

FACULTE DES LETTRES DE L'UNIVERSITE DE PARIS

LES CONDITIONS OBJECTIVES DE LA PERCEPTION VISUELLE

THÈSE POUR LE DOCTORAT ÈS LETTRES

présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

PAR

Mademoiselle Renée DÉJEAN

PARIS

LES PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

49, BOULEVARD SAINT-MICHEL

1926

LES CONDITIONS OBJECTIVES
DE LA
PERCEPTION VISUELLE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DES LETTRES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

LES CONDITIONS OBJECTIVES
DE LA
PERCEPTION VISUELLE

THÈSE POUR LE DOCTORAT ÈS LETTRES

présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

PAR

Mademoiselle Renée DÉJEAN

PARIS

LES PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

49, BOULEVARD SAINT-MICHEL



LES CONDITIONS OBJECTIVES DE LA PERCEPTION VISUELLE

PRÉFACE

L'étude que nous avons faite de la « vision à distance » des images nous permet d'aborder le problème des conditions « objectives » de la perception visuelle et d'en préciser les données.

Nous avons pu résoudre celui de la vision à distance en tenant compte des deux termes ou conditions indispensables de cette forme de perception : l'excitant situé à distance et l'activité prospective de l'esprit vers cette distance, activité permettant, par la convergence des axes oculaires qu'elle conditionne, d'obtenir, sur la rétine, une impression fovéale et de percevoir, à la distance à laquelle nous fixons, une image nette.

L'image perçue à distance s'est présentée comme une réalité psychique, appréhendée à la distance à laquelle nous fixons, la forme sous laquelle nous prenons conscience, à distance, de l'action de l'excitant sur la rétine, parce que c'est vers l'excitant situé à distance que nous faisons attention, en un mot, que nous regardons. La distance des images est la position en profondeur qu'elles présentent dans le champ visuel, par suite des conditions mêmes de ce mode de perception : l'excitant situé à distance et l'activité prospective de l'esprit vers cette distance. La vision n'est et ne peut être qu'une « prospection ».

Cette image susceptible, grâce à cette prospection, d'une certaine liberté vis-à-vis de l'impression rétinienne et vis-à-

vis de l'excitant, offre, dans l'intégration binoculaire, un type de comportement qui la distingue à la fois des excitations et des réflexes capables de se sommer ou d'interférer dans des conditions déterminées.

L'intégration binoculaire et sa dissociation obéissent à des facteurs psychiques. Il faut qu'un caractère différentiel suffisant des monoculaires soit perçu, ou que l'orientation de l'activité mentale le rende suffisant par l'importance qu'elle lui accorde, pour amener un champ visuel monoculaire, ou certaines parties de ce champ à dominer momentanément aux dépens des autres.

La non distinction des images monoculaires ne résulte pas de la disparition de leurs caractères différentiels dans une fusion réelle : ce qui devrait être si la convergence des conducteurs rétiniens correspondants (1), vers un même hémisphère, conditionnait autre chose que la synergie binoculaire. Les images monoculaires coexistent avec leurs caractères et la résultante binoculaire n'offre rien de radicalement nouveau, inexistant dans les composantes et inexplicables par elles.

Nous sommes donc amenés, pour étudier les conditions objectives de la perception visuelle, à chercher les conditions objectives de l'image monoculaire.

Par « conditions objectives », nous n'entendons pas les conditions de la perception par opposition au sujet qui perçoit, mais les conditions réelles, nécessaires, de la perception visuelle, au nombre desquelles est l'activité mentale du sujet lui-même, à titre de condition « sine qua non » et susceptible, comme les autres conditions, de devenir un « objet » de connaissance.

Nous voulons, avant de commencer cette étude, remercier les penseurs dont les travaux et les conseils nous ont été d'un grand secours :

(1) Provenant de régions rétiniennes homonymes, — soit le faisceau direct provenant de la partie gauche de la rétine gauche et le faisceau croisé provenant de partie gauche de la rétine droite.

M. Picron, professeur au Collège de France, directeur du Laboratoire de psycho-physiologie de la Sorbonne; M. Lapique, professeur de physiologie générale à la Sorbonne, et M. le Dr Bourguignon, directeur du Laboratoire d'électro-radiothérapie à la Salpêtrière.

Nous remercions tout particulièrement ce dernier de l'obligeance avec laquelle il a mis à notre disposition son laboratoire et sa compétence technique, ainsi que de sa collaboration dans l'étude de l'excitabilité neuro-rétinienne normale et pathologique.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements à M. le Dr Courland, assistant d'ophtalmologie à l'Hôpital national des Quinze-Vingts, qui a pris part à l'étude de l'excitabilité neuro-rétinienne dans les cas pathologiques et qui a fait lui-même l'examen ophtalmoscopique des sujets atteints de trouble de la vision.

R. D...

PREMIÈRE PARTIE

L'IMAGE ET L' " ACTIVITÉ PROSPECTIVE " DE VEILLE

INTRODUCTION

Position du problème.

Notre étude antérieure de la vision « à distance » nous conduit à écarter deux façons de poser le problème :

1° Celle qui ne tiendrait compte que de l'excitant, du récepteur, des conducteurs et des réactions de l'individu. Non seulement, dans ce cas, il ne pourrait être question d'image, donc de perception, mais les réactions elles-mêmes seraient inexplicables par la seule impression rétinienne et l'influx qu'elle développe, car elles ne sont pas assimilables à des réflexes (1) que l'influx aurait déterminés ;

2° Celle qui n'envisagerait que la capacité d'appréhension de l'esprit, que les objets de cette appréhension ou images soient considérés comme aussi inextensifs que l'appréhension elle-même et contenus dans l'esprit ou dans le cerveau — selon la conception que l'on a de l'esprit — ou comme extensifs, sans qu'on puisse expliquer pourquoi ils le sont, tant qu'on ne tiendra pas compte des autres termes du problème. Les images ne sont pas données comme sont donnés les exci-

(1) Voir première thèse.

tants, elles sont perçues et n'ont d'existence qu' « en tant » que perçues. Le problème de la perception n'est pas celui de la sélection des images ou de la limitation de la perception, mais :

1° Comment des « images » en tant qu'objet d'appréhension sont-elles possibles ?

2° Pourquoi sous tel aspect plutôt que sous tel autre ? En d'autres termes, quel est le rapport de l'image 1° à la conscience que nous en avons, c'est-à-dire à l'appréhension, 2° aux conditions physico-physiologiques qui déterminent l'aspect sous lequel elle nous apparaît.

Nous tiendrons compte de toutes les données du problème :

a) L'activité prospective de l'esprit dans cet ordre de perception et l'appréhension de l'image, à distance, qu'elle conditionne ;

b) L'excitant situé à distance parmi d'autres excitants ;

c) L'impression que ces excitants déterminent sur le récepteur périphérique ;

d) L'influx développé dans les arcs nerveux — en rapport, d'une part, avec le récepteur, d'autre part, avec les organes moteurs — et les réactions de l'individu vis-à-vis des « objets » de la perception. Nous chercherons comment l'image monoculaire, — qui est l'aspect sous lequel nous appréhendons, à la distance à laquelle nous fixons, l'action de l'excitant, situé à cette distance, sur notre rétine, — dépend de ces divers facteurs ; quel est son rapport avec :

1° L'attitude psychique ;

2° L'excitant ;

3° Le récepteur ;

4° Les conducteurs — et les réactions vis-à-vis des « objets » de la perception ou images ; dans quelle mesure l'image dépend de ces réactions ou les conditionne.

Nous renvoyons, pour les notions indispensables sur le récepteur, les conducteurs, à notre étude sur la vision à distance, nous réservant de les compléter, s'il y a lieu, au cours de ce travail.

CHAPITRE PREMIER

L'image et l'activité psychique dans la vision.

Un excitant adéquat étant placé à une certaine distance de la rétine — soit des radiations lumineuses d'une certaine longueur d'onde, comprises, par exemple, entre 430 et 460^{mμ} — tout restant égal dans l'excitant, le récepteur, les conducteurs, je peux avoir conscience d'une image bleue ou ne pas en avoir conscience et voir une image voisine dans le champ visuel. Je peux en avoir conscience d'une façon intermittente et pendant un temps plus ou moins long, bien que l'excitant impressionne la rétine d'une façon continue et que l'impression soit susceptible de donner lieu à une image dans l'intervalle de temps où je n'en ai pas conscience.

De tous les excitants qui affectent la rétine à un moment donné et qui sont situés dans un angle de 100° de part et d'autre du plan médian de la tête — ceux compris dans un angle de 68° à droite et à gauche de ce plan impressionnant les deux rétines à la fois — un petit nombre seulement donne lieu à des images. Le nombre et la nature (1) des images perçues varient chez deux individus placés dans des conditions identiques vis-à-vis des mêmes excitants et chez un même individu à deux moments différents de la perception.

Le nombre des images perçues, en d'autres termes, l'étendue du champ visuel diminue dans l'état de distraction quand, les axes visuels presque parallèles et dirigés vers

(1) Dans le sens de telle image plutôt que telle autre.

l'infini, nous regardons « sans voir ». Les images peuvent devenir si confuses qu'on ne sait « ce » qui est perçu, quand quelque chose encore est perçu, sinon que « cela » répond au réel et ne fait pas corps avec la rêverie. Le champ visuel se rétrécit chaque fois qu'il y a désintérêt vis-à-vis du réel, fléchissement de l'activité psychique qui nous le fait surveiller, activité orientée vers l'excitant situé à distance, essentiellement « prospective », et qui suppose, au premier plan de nos préoccupations mentales de veille et comme centre du système actuel de nos connaissances, l'idée du réel et de ses rapports actuels ou possibles avec nous.

Ce désintérêt peut résulter, soit de la fatigue — mentale ou physiologique — dans cette activité de surveillance, soit de l'occupation de l'esprit par une rêverie facile, une évocation de souvenirs ou même par des pensées relativement peu importantes, soit enfin d'un travail mental intense, d'une question si importante ou si difficile à résoudre qu'elle supprime momentanément toute autre question, y compris celle qu'implique l'exploration du champ visuel et rend présentes au même instant pour l'esprit, c'est-à-dire conscientes, toutes les connaissances susceptibles de la résoudre.

Cette explicitation des connaissances convergeant vers un même but, cette nouvelle systématisation du savoir à ce moment précis exige de l'esprit, vis-à-vis de la même question, une attention prolongée, une activité mentale intense, — caractéristique de la recherche, — qui n'est pas l'état normal de la perception et incompatible avec elle. Le fait de maintenir cette systématisation du savoir constitue un mode d'activité également énergique, qualifié quelquefois de « tension » mentale et qui demande un effort parfois considérable. La systématisation actuelle des connaissances n'est pas un état, une simple manière d'« être » de l'esprit, mais une modalité de son action; elle ne se réalise et ne se maintient à chaque instant que par l'activité mentale. Cette activité psychique nécessaire pour que la systématisation des connaissances utiles soit réalisée et maintenue est exclusive de toute

autre au même moment, et, par conséquent, de celle nécessaire à la perception. Le plus souvent, alors, nous fixons un objet insignifiant, un simple point de fixation dont nous ne remarquons pas les particularités, mais qui arrête le regard, et, maintenant le champ visuel très réduit, donne toute liberté à la réflexion. La distraction vis-à-vis du réel et de son action sur le récepteur devient complète, et cela d'une façon périodique, dans le sommeil — quelle qu'en soit la cause physiologique ou psychologique. Les paupières peuvent s'abaisser, mais cela n'est pas nécessaire pour que la perception n'ait plus lieu. Quand nous ne sommes pas encore endormis, si nous fermons les yeux, le champ visuel apparaît lumineux avec des traces d'images consécutives ou de luminosités entoptiques. Dans l'assoupissement, il y a disparition intermittente de cette plage lumineuse : nous nous apercevons par moment, alors que nous nous trouvons dans une phase de réveil relatif, qu'elle avait disparu pendant un temps très court. Puis, quand nous nous réveillons après avoir dormi, nous constatons qu'elle avait disparu pendant un temps que nous ne pouvons évaluer.

Le fait même d'ouvrir les yeux au réveil révèle qu'il y a eu (1) passage non d'un état d'inconscience à un état conscient — nous ne cessons d'avoir conscience d'images et d'idées en rêve — mais d'une activité psychique orientée vers le monde mental de la représentation — qu'est le rêve — à une activité orientée vers l'excitant situé à distance et d'un savoir incomplet, à un savoir de plus en plus organisé et cohérent, qui comporte, au premier plan, l'idée du réel, en tant que distinct de sa représentation dans le rêve, le sou-

(1) Pour saisir ce passage de l'activité mentale du rêve à celle de veille orientée vers les excitants, comme aussi la récupération de l'idée fondamentale de veille — celle du réel — par rapport à laquelle tout notre savoir s'organise, il faudrait être déjà réveillé ; or, on est encore endormi ; et c'est ce passage — qui échappe à l'observation, de par le caractère de l'activité mentale du rêve qui n'est pas une activité d'observation — qui constitue le réveil.

venir ou la rêverie, c'est-à-dire la récupération de tout un système de connaissances absent dans le rêve. C'est un fait que l'idée du monde de la perception, comme distinct de celui de l'imagination ou du souvenir, idée sous-jacente à la rêverie de veille et qui nous empêche de confondre les images créées ou évoquées avec les images perçues, fait défaut dans le rêve. Nous ne savons plus, comme dans la veille, la provenance exacte des images. Nous ne rejetons plus dans l'irréel celles de la rêverie ou du souvenir, par opposition au réel qui conditionne les images de la perception. Parce que rien ne s'y oppose, les représentations du rêve deviennent des « êtres », les « seuls êtres » dont nous ayons conscience et auxquels nous conférons, par cela même, autant de réalité que nous en donnons, dans la veille, aux « êtres » de la perception. Nous réalisons spontanément en images, dans le rêve, les objets de notre pensée parce que tel est le jeu naturel de l'esprit, quand d'autres « objets » de pensée ne viennent pas entraver cette réalisation. Penser à quelqu'un et le voir sont des phases successives, quasi-simultanées, dans le développement du rêve. Et parce que les « êtres » du rêve sont des objets de pensée avant d'être des « vues » pour l'esprit, parce que nous les pensons avant de les voir, ils ont toujours un sens défini même quand la réalisation en est imparfaite : nous savons que « c'est » telle personne bien que sa taille soit différente de ce que, à notre connaissance, elle devrait être. Nous les comprenons implicitement et cette rationalité implicite nous satisfait, bien qu'elle puisse, au réveil, nous paraître fantaisiste et incomplète. Nous pensons « à peu près » les êtres du rêve et leurs rapports, parce qu'aucune anticipation de sens ne vient s'opposer à celui qu'ils présentent par eux-mêmes au fur et à mesure qu'ils deviennent objets de pensée. Nous ne prévoyons pas le fait mental du rêve, nous ne l'attendons pas avec l'idée préconçue de ce qu'il pourrait être, du sens qu'il pourrait avoir relativement à toutes nos connaissances. Nous ne faisons pas d'hypothèses pour le comprendre d'avance,

quitte à remanier cette hypothèse, parce que la prévision le réalise, l'anticipation de sens l'explique infailliblement. La première hypothèse devient explicative à titre définitif. Nous sommes dans un plan de pensée où l'esprit ne transcende pas son objet parce qu'il le crée à chaque instant, du fait même qu'il le pense, où il ne l'observe pas, parce qu'il le réalise au fur et à mesure, où voir sous un aspect sensible et rationnel sont inséparables, où tout a un sens parce que tout est objet de pensée sous un certain aspect, où rien ne se contredit parce qu'il n'y a aucun contrôle et où aucune anticipation de sens n'est rejetée, parce qu'il n'y a aucune prévision de sens. Nous ne nous étonnons pas habituellement en rêve. Cependant, quelquefois, nous sommes étonnés : il m'est arrivé de voir des arbres marcher, et d'en éprouver un étonnement profond : cela aussitôt avant le réveil. Cet étonnement ne vient pas d'une attente trompée, puisqu'il n'y avait pas d'attente, mais d'un désaccord actuel entre ce que nous voyons et notre savoir à ce sujet qui peu à peu se complète, en ce cas, relativement au comportement habituel des arbres.

Quand une faible systématisation du savoir, relative à l'objet du rêve, se produit à l'occasion de cet objet et s'oppose à la façon dont il est, au premier abord, conçu ou vu, c'est que le réveil approche. Une explication paraît insuffisante par rapport à une systématisation des connaissances qui se poursuit, à une explicitation des souvenirs utiles qui se continue. La rationalité suit le fait mental du rêve quand le sens implicite ne satisfait pas; jamais elle ne le précède comme dans la veille. Ce n'est plus tout à fait le rêve : car nous ne nous contentons plus de l' « à peu près ». Ce n'est pas encore le réveil, car la notion qui permet de passer de l'un à l'autre est absente : l'idée du réel de la perception et le système des connaissances qu'il constitue. Tant que nous ne pensons pas au réel, les représentations et les pensées du rêve sont les seuls « êtres » les « êtres réels ». Ils ne dépendent pas, comme les images de la perception, des excitants situés à

distance et de l'impression que ces excitants déterminent sur le récepteur, et, cependant, ils ont le même aspect. L'image bleue du rêve paraît aussi bleue que l'image perçue : nous ne savons pas que nous rêvons.

C'est que si les conditions des images de la perception et du rêve ne sont pas les mêmes, la conscience que nous en avons et la forme sous laquelle nous en avons conscience ne sont pas pour cela différentes. D'une part, en effet, la conscience que nous avons d'une image bleue ou d'un triangle, à une certaine distance, n'est pas bleue, ni triangulaire, ni extensive. Elle est la saisie, par l'esprit, d'un aspect mental — l'aspect que revêt pour lui l'action de l'excitant sur notre rétine. — et cette prise de connaissance est de même nature dans le rêve et dans la veille.

D'autre part, cette appréhension d'un aspect mental — appréhension qui est en même temps la perception et rend possible le souvenir — réalise l'image en tant qu'objet de perception effective et d'évocation possible. Ce que nous évoquons en effet dans le rêve, c'est la forme sous laquelle nous avons perçu la réalité, l'aspect sous lequel nous en avons pris conscience à un moment donné. Ce que nous imaginons, c'est l'aspect mental d'une perception possible. Il n'est pas étonnant que le monde rêvé ressemble subjectivement au monde perçu. En fait ils sont identiques pour la conscience : nous confondons le monde du rêve avec celui de la perception parce qu'aucune connaissance sur son origine différente ne vient s'y opposer. Ce qui serait inexplicable, ce serait que nous puissions alors l'en distinguer.

De même que l'image du rêve paraît bleue parce que c'est précisément l'aspect sous lequel nous en avons pris conscience, dans la perception, que nous évoquons ou imaginons en rêvant, de même elle paraît « à distance » parce que c'est « à distance » que nous l'avons perçue. L'ordre en profondeur des images ne s'explique pas ici comme dans la veille, c'en est une simple reproduction; la conscience que nous en avons et l'aspect sous lequel nous en avons

conscience, seuls sont les mêmes. Il en est ainsi de tous les caractères de l'image explicables dans la perception par l'ordre simultané des excitants et de leurs parties constituantes ou par leur ordre successif dans le temps, comme la situation relative des images entre elles et l'ordre dans lequel elles se succèdent.

Quelle qu'en soit la cause physiologique ou psychologique, quand nous ne pensons plus au réel de la perception, comme distinct de celui de la rêverie et que nous ne nous « attendons » plus à lui, en même temps que l'activité « prospective », « vers l'excitant », anticipatrice de distance et de sens, fait place à une activité évocatrice ou créatrice d'images comprises implicitement, dans la rêverie, le champ visuel se limite de plus en plus et disparaît complètement dans le rêve, alors que l'idée du réel de la perception a complètement disparu.

Ce rétrécissement progressif du champ visuel ne paraît pas dû à l'état du récepteur : quand nous sommes distraits ou que nous nous endormons, nous serions capables de voir si nous étions rappelés à faire « attention » au réel ; ni à une incapacité fonctionnelle du conducteur relativement infatigable par rapport au récepteur ; mais à une incapacité mentale, à une difficulté de plus en plus grande à maintenir plus longtemps consciente l'idée du réel de la perception et de son importance vis-à-vis de nous, c'est-à-dire, à penser à lui. Or penser au réel est nécessaire pour prolonger davantage l'activité prospective vers l'excitant situé à distance, pour anticiper sur cette distance et ainsi rendre possible et efficace au maximum son action sur nous, pour comprendre d'avance le monde perçu en l'intégrant d'ores et déjà dans le système du réel de la perception, maintenu présent à l'esprit pendant la veille. Nous ne nous attendons pas à des images, mais à des « êtres » ayant un sens connu de nous et, s'attendre aux « êtres » de la perception, c'est comprendre d'avance, c'est savoir déjà. Quand nous nous endormons, nous renonçons semble-t-il à faire l'effort mental nécessaire pour maintenir

conscient le système de connaissances sans lequel il n'y a plus d'activité prospective vers l'excitant parce que nous ne nous attendons plus à lui.

Ce n'est pas le fait d'avoir conscience qui est pénible — nous ne cessons d'avoir conscience dans le rêve — mais l'activité de surveillance par laquelle, nous ressaisissant vis-à-vis du réel, c'est-à-dire reprenant conscience du plus important système de notre savoir, celui des êtres réels et de leur rapport avec nous, nous les attendons et, les attendant, nous les prévoyons. C'est une activité éminemment énergique, « tendue » qui réalise la systématisation actuelle et cohérente de nos connaissances relatives au réel, et maintient ce savoir implicite suffisamment complet pour que les images perçues soient en même temps comprises, parce que, prévues dans « ce » qu'elles signifient pour nous, elles répondent à notre connaissance anticipée de cette signification. L'attente des êtres de la perception ne crée pas ces êtres, ni leur sens. Quand nous nous éveillons, nous nous attendons au réel : nous ne percevons cependant que les images dont les conditions sont données à une proximité suffisante pour impressionner nos organes; et si nous croyons nous réveiller dans un décor familier alors que nous sommes de passage dans une chambre d'hôtel, nous constatons bien, avec un malaise qui tient du vertige intellectuel, de l'étonnement et de l'effarement, que les objets qui nous entourent ont un sens différent de celui que nous avions prévu. Ils ne répondent qu'à une partie de notre attente conceptuelle : à nos connaissances générales qui sous-tendent nos connaissances particulières. C'est une chambre et non « notre » chambre.

Quand nous sommes étonnés, c'est qu'il nous a manqué une connaissance pour que notre prévision soit juste relativement au sens du réel particulier avec lequel nous sommes en rapport : dans le cas cité, l'idée du déplacement effectué depuis la veille. Si nous sommes rarement étonnés c'est que, normalement, nos anticipations de sens sont justes, nous sommes prêts à « percevoir » au sens profond du mot, c'est-à-

dire non seulement à voir mais à « comprendre » ce que nous voyons, parce que notre savoir implicite n'a pas de lacune comme cela peut arriver au premier instant du réveil, alors que nous ne nous sommes pas encore situés exactement vis-à-vis de ce qui nous entoure.

CHAPITRE II

L'image et l'activité prospective " déterminée ".

Si nous sommes capables d'étonnement dans la perception c'est que nous ne nous attendons pas seulement à des êtres en général, mais à tels ou tels êtres, ayant tel sens plutôt que tel autre. Nous avons avec ce qui nous entoure des rapports particuliers et c'est avec des êtres particuliers que nous sommes en relations. Notre attente vis-à-vis du réel n'est pas indéterminée dans ce sens que nous attendrions n'importe quoi de n'importe qui. Mais sa détermination par la prévision du sens des êtres laisse le champ ouvert à toutes les possibilités de la perception. En d'autres termes notre attente est déterminée mais notre appréhension ne l'est pas (1).•

Le système de notre savoir relatif au réel ne reste pas un système de connaissances générales. A mesure que, sous l'influence de l'idée du réel de la perception, l'activité mentale du rêve réalisatrice d'images et de sens fait place à l'activité anticipatrice de veille, l'attente de ce réel produit la surrection de toutes les connaissances particulières utiles à notre comportement. Notre savoir implicite se complète, se particularise sans cesser d'être cohérent. La plus élémentaire de nos connaissances implique toutes les autres et la plus simple

(1) La reproduction à intervalles réguliers d'un même motif visuel ou auditif crée l'attente déterminée de ce motif. Si on interrompt la reproduction rythmique, il se produit seulement des réactions fausses. L'attente ne détermine pas la perception en l'absence de l'excitant.

de nos perceptions, celle d'une ligne, d'une lumière, montre que nous sommes dans le ton mental requis, que nous sommes prêts à prendre une connaissance exacte de l'action des excitants sur nos organes et à nous comporter efficacement.

Ce savoir implicite suffisamment complet, qui implique un haut degré d'organisation et d'unification mentale, de systématisation de nos connaissances tant générales que particulières suscitées par l'idée du réel et l'attente de son action, sous-tend et maintient à son tour l'activité prospective déterminée de veille, l'attente du réel particulier qui nous intéresse à chaque instant.

Notre activité prospective ne reste pas en effet une activité indéterminée, comme si nous regardions, à une très grande distance, toute l'étendue du champ visuel. C'est celle du nouveau-né avant qu'il ait commencé à regarder dans telle direction plutôt que dans telle autre. Mais dès qu'il s'intéresse aux images de son champ visuel, c'est-à-dire qu'il y fait attention, il considère électivement telle ou telle image et parcourt successivement toutes les parties du champ visuel. C'est l'activité normale de l'adulte. Parce que nous faisons attention électivement à certaines images, les autres images du champ visuel sont négligées, par l'effet de cette élection. L'inconscience de beaucoup d'images est la condition de la conscience de quelques-unes que nous avons distinguées, soit qu'elles offrent un caractère différentiel que nous avons remarqué, soit parce qu'elles sont pour nous plus significatives, c'est-à-dire répondent à une anticipation de sens plus importante.

Cette activité prospective vers telle image à l'exclusion des autres est capitale; car si l'activité prospective indéterminée rend les images possibles elle n'est pas suffisante pour que les images perçues soient « exactes », c'est-à-dire répondent à la distance de l'excitant et présentent une grandeur correspondant à cette distance de façon à permettre des réactions utiles.

Nous avons vu dans notre précédent essai, d'une part,

que l'image est d'autant plus nette et est vue à une distance d'autant plus rapprochée de celle de l'excitant et avec une grandeur répondant à cette distance, que la fixation est plus adéquate, en d'autres termes, que les axes visuels convergent pour une distance plus rapprochée de celle de l'excitant, de façon à permettre une impression fovéale nette.

L'action de l'excitant situé à distance s'est montrée insuffisante pour provoquer la fixation à cette distance, et, par suite, pour déterminer la distance à laquelle l'image est vue et sa grandeur.

Si l'action de l'excitant était suffisante, il n'y aurait pas d'erreur possible dans la convergence pour la distance de l'excitant. Or, cette erreur se produit en fait. L'étude de l'ajustement monoculaire et binoculaire, pour une certaine distance, nous a montré que les mouvements conjugués parallèles des yeux font place, peu à peu, à des mouvements de convergence quand la vision est possible avec les deux yeux (1).

Chaque fixation successive marque une approximation plus exacte de la distance de l'excitant. Loin que ce soit l'excitant qui détermine d'une façon réflexe et nécessaire la convergence des axes visuels pour telle distance, c'est l'activité prospective de l'esprit vers cette distance qui provoque la convergence. Nous voyons l'image à la distance à laquelle nous fixons, non parce que les axes visuels convergent pour cette distance, mais parce que l'activité prospective de l'esprit — qui détermine cette convergence — est orientée vers cette distance, en un mot, parce que c'est à cette distance que nous faisons attention,

La fixation à telle distance est donc déterminée par les anticipations successives, de plus en plus exactes, de la distance de l'excitant, jusqu'à ce que la fixation soit satis-

(1) Quand un œil est aveugle, il reste immobile ou suit l'autre dans son déplacement latéral. C'est ce qu'on observe aussi dans les cas de cécité corticale où un œil est relativement aveugle par rapport à l'autre.

faisante, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'impression rétinienne soit fovéale, et que l'image, perçue à la distance à laquelle nous faisons attention et où se trouve l'excitant, soit nette. Tous les facteurs psychologiques qui conditionnent la fixation : connaissances acquises de la grandeur « réelle » et « apparente » des images fixées ou interposées, des variations de couleur ou de grandeur des images avec la distance des excitants, des rapports des images entre elles, tout le savoir implicite relatif à tel objet fixé, aident et déterminent cette anticipation, nécessaire à la fixation exacte pour une distance donnée. Le défaut des connaissances acquises chez le tout jeune enfant et les sujets opérés récemment de cataracte double congénitale montre cette influence, comme aussi les erreurs de fixation chez les normaux qui ignorent ces connaissances indispensables, et, en général, toutes les illusions dans les cas où ces connaissances acquises « jouent à faux ».

L'organe visuel a cela de particulier qu'il n'est pas adapté, au même moment, pour les excitants situés à des distances différentes : la convergence du cristallin doit changer suivant la distance des excitants pour que les rayons lumineux qui partent de l'objet se coupent sur la rétine. De plus, pour que les impressions rétiniennes monoculaires soient fovéales, ce qui est la condition de la netteté de l'image binoculaire vue à la distance à laquelle nous fixons, il faut une inclinaison de sens contraire des axes visuels variable avec la distance de l'excitant.

Que la fixation fovéale soit une conséquence ou une cause de la plus grande sensibilité de la région centrale de la rétine, elle détermine un rétrécissement de la vision nette aux images correspondant aux impressions rétiniennes d'une aire centrale — fovéa et macula comprises — et une vision plus confuse dans la périphérie du champ visuel correspondant aux impressions rétiniennes périphériques. En outre, il se trouve qu'elle permet, grâce à la synergie binoculaire, telle est réalisée chez l'homme, d'obtenir dans les deux yeux, en fixant binoculairement à une même distance un même

excitant, des impressions fovéales qui permettent de percevoir à cette même distance — à savoir celle de l'excitant — les images monoculaires indiscernables l'une de l'autre : ce qui constitue la vision binoculaire simple.

Pour une convergence suffisamment en deçà ou au delà de la distance de l'excitant, la disparité des monoculaires apparaît et « l'intégration » binoculaire se dissocie.

Cette synergie binoculaire, possible seulement grâce à un chiasma incomplet des fibres optiques et à un entrecroisement partiel des fibres qui innervent les muscles oculaires (1), n'est pas nécessaire à la vision monoculaire adéquate, c'est-à-dire à la vision des images à une distance exacte avec chacun des yeux. Chaque œil, considéré séparément, est adapté pour rendre efficace au maximum l'action de l'excitant situé à une même distance des deux yeux ; et, grâce à cette adaptation monoculaire suffisante, les impressions monoculaires sont fovéales et les images monoculaires, indiscernables l'une de l'autre, sont perçues à la distance commune pour laquelle chaque œil est adapté, et à laquelle nous faisons attention.

L'idée d'excitants situés à distance, qui nous fait anticiper sur cette distance, n'est que l'une des connaissances implicites qui nous permettent de transcender le fait mental de la perception et maintiennent l'activité prospective de veille. Les êtres de la perception répondent à des systèmes de connaissances générales et particulières organisés entre eux : « ce » qu'ils sont, « comment » ils sont, « quels » ils sont, « ce qu'ils nous » sont, permettant de prévoir leur sens, de les comprendre d'avance. Plus notre savoir est complet, plus nos prévisions de sens sont justes et notre compréhension de l'image, exacte. Percevoir, au sens complet, un ami, ce n'est pas seulement appréhender son image à une distance exacte ; car cela ne suffit pas à déterminer notre comportement vis-à-vis de lui. Ce qui est aussi important pour notre

(1) Voir première thèse, p. 11.

action, c'est de le « situer », psychologiquement, parmi les êtres auxquels notre vie est liée et, relativement à eux, comme distinct de la famille; et, parmi les amis, suivant le degré d'intimité de nos relations. Pour cela, il faut savoir, aussi exactement que ce qui le concerne, ce qui a trait à la famille, aux autres amis et même aux indifférents dont on l'a séparé tout d'abord. Chaque connaissance n'est exactement déterminée que relativement à toutes celles avec lesquelles elle a un rapport — y compris le rapport d'exclusion — et c'est parce que chacune implique toutes celles par rapport auxquelles elle se définit exactement, que tout un savoir latent est pour ainsi dire condensé dans chacune de nos connaissances et que nous savons implicitement ce qui est nécessaire à la perception — c'est-à-dire à la compréhension exacte des images appréhendées — sans être obligés de l'explicitier par une analyse gênante pour l'action. Savoir efficacement, c'est savoir implicitement.

Un réactif (1) si l'on peut dire de ce savoir latent, en même temps qu'une conséquence, c'est l'étonnement que nous éprouvons quand il est en défaut, quand, par exemple, des indifférents font des signes d'amitié ou que des amis s'éloignent brusquement. C'est là un fait de perception que nous ne comprenons pas, que nous n'avions pas prévu, compris d'avance, parce que rien dans nos connaissances ne nous l'avait fait prévoir.

Grâce à ce savoir latent nous ne nous attendons pas à des images mais toujours à des « êtres » et non à des « êtres », en général, mais à « tels » êtres particuliers, ayant un sens déterminé, quitte à remanier ce sens provisoire s'il se montre faux. Jamais l'image n'est appréhendée en tant qu'image, indépendamment du sens qu'elle a ou qu'elle pourrait avoir. Quand nous sommes étonnés, que nous ignorons « ce » que c'est, l'objet de la perception est encore un « être » sur la nature conceptuelle particulière duquel nous nous

(1) Dans le sens de « révélateur » employé en chimie.

étions trompés, mais qui fait partie du réel, c'est-à-dire du système général des êtres auxquels nous nous attendons (1).

Dans le rêve, où, en l'absence de l'idée du réel de la perception comme distinct des images de la rêverie, les images évoquées ou créées sont indiscernables subjectivement des images perçues, ce sont encore des « êtres » que nous appréhendons avec leur sens défini inséparable de leur appréhension.

De même que nous comprenons incomplètement les « êtres » du rêve, ils se réalisent incomplètement. S'ils nous paraissent suffisamment rationnels, c'est qu'aucune anticipation de sens ne vient s'opposer à celui que nous leur donnons quand ils deviennent objet de pensée. Leur réalité, comme leur rationalité, nous paraît complète. Bien plus, leur existence fait partie de leur rationalité. Nous les pensons comme des « êtres » avant de les penser comme « tels » êtres, avec telle ou telle détermination particulière. Et aucune idée d'un réel différent du monde rêvé ne vient s'opposer à ce que nous les pensions comme des « existences ». Ce sont les seuls êtres, les êtres « réels ».

Même quand l'image de la perception est appréhendée incomplètement, comme parfois, aussitôt avant le réveil, sa nature conceptuelle est parfaitement définie pour nous. Une vive lumière tombant sur les paupières est saisie imparfaitement comme fait perçu, parce que, encore confiné dans le monde rêvé, sans y être complètement absorbé, nous ne nous attendons pas au réel de la perception. Nous la pensons d'abord sous le mode de l'existence, comme un être, puis comme un être défini. Elle est, par exemple, une lueur d'incendie et amorce un nouveau rêve.

Cette appréhension imparfaite de l'objet de la perception, objet compris cependant d'une façon qui nous satisfait

(1) Nous sommes étonnés quand nous nous apercevons que ce n'est pas « telle » personne à laquelle nous nous attendions, mais non de ce que c'est « une » personne — car nous nous attendons à ce que les êtres particuliers soient d'abord des « êtres ».

dans le rêve, se rencontre plus fréquemment dans le domaine auditif, olfactif, tactile, que visuel. Il m'est arrivé assez souvent de saisir imparfaitement des bruits réels, avant le réveil en particulier des voix, et de les expliquer en les attribuant aux personnages du rêve. Mais l'activité prospective « vers l'excitant » faisant défaut, le son est inexactement localisé en direction, en distance, mal saisi quant à sa nature, bref mal compris. Dans le domaine visuel, l'appréhension avant le réveil est encore plus inexacte parce que l'adaptation de l'organe joue un rôle plus important pour l'action possible et efficace de l'excitant sur le récepteur. Non seulement toute accommodation et toute fixation pour une certaine distance font défaut dans le sommeil, mais nous dormons habituellement les yeux fermés.

Ce qui demande un ton mental élevé dans la perception visuelle en particulier, par opposition à l'activité mentale du rêve, c'est l'anticipation de la distance des excitants, et, en particulier, de tel excitant pour que l'image soit non seulement possible mais réponde exactement à la distance de cet excitant, et la prévision de sens nécessaire pour que l'image appréhendée soit correctement comprise — en un mot c'est « l'exactitude » (1) de l'image et sa compréhension correcte nécessaires à notre comportement. Et ce qui détermine ce ton mental élevé pendant la veille, c'est l'idée du réel de la perception, par suite l'attente de son action actuelle ou possible, attente qui suscite et maintient la systématisation énergique de notre savoir sous-jacente à la fois à l'activité prospective « vers l'excitant » et à la prévision du sens des objets de l'appréhension — en sorte que l'image appréhendée est en même temps un objet de connaissance, un « être » capable de déterminer notre activité.

(1) Quand à la distance à laquelle elle est perçue, relativement à la distance de l'excitant qui la conditionne.

CHAPITRE III

Les conditions physico-physiologiques de l'image et l'appréhension.

L'excitant qui agit sur la rétine est toujours un excitant déterminé quant à sa nature et sa quantité. Il présente une certaine longueur d'ondes et une certaine fréquence, une intensité mesurable; il agit pendant un certain temps, est situé à une distance facile à évaluer. Il se comporte, en traversant les milieux transparents qui le séparent du ganglion nerveux qu'est la rétine, suivant des lois physiques connues — et affecte le récepteur d'après des lois physiologiques plus ou moins connues mais qui ne sont pas quelconques.

Le récepteur, de son côté, est une région rétinienne également définie, d'une étendue plus ou moins grande, dans un certain état, du fait des excitations précédentes sur la même région ou des excitations simultanées sur les régions ambiantes.

L'impression rétinienne produite est donc déterminée par tous ces facteurs quant à son siège, son étendue, la grandeur et la nature de la modification produite suivant l'intensité de l'excitant et la durée de son action; l'influx nerveux développé dans les arcs sensori-moteurs issus des rétines est non moins déterminé. Chaque conducteur, comme nous le verrons plus loin, est caractérisé par une constante de temps propre, une certaine durée d'excitation qui caractérise son excitabilité et l'influx développé dans un conducteur, indépendant de l'intensité de l'excitant et du temps pendant lequel il agit, présente une durée et une vitesse variables suivant la nature de ce conducteur.

Si l'impression rétinienne et par conséquent l'aspect sous lequel nous percevons l'image est déterminé par tous ces facteurs, la conscience que nous en prenons, c'est-à-dire l'appréhension, ne l'est pas nécessairement. Elle en est indépendante quant à son existence, son caractère spécifique, la durée plus ou moins grande pendant laquelle elle se maintient, la permanence de ses objets ou leur succession.

Tout restant égal dans les conditions de l'excitation, je peux avoir conscience ou n'avoir pas conscience d'une image. Les distractions vis-à-vis des objets de la perception, quelle qu'en soit la cause, sont connues. L'appréhension ne dépend donc pas nécessairement de l'excitant, ni de l'impression rétinienne, ni de l'influx développé par cette impression; encore moins des réactions vis-à-vis des objets perçus, car ces réactions supposent elles-mêmes l'appréhension dans la vision directe ou indirecte. Les mouvements oculaires et préhensifs se coordonnent lorsque, la vision étant possible de par l'état physiologique de l'organe, l'appréhension a lieu effectivement.

Toutes les conditions déterminantes de l'impression rétinienne ne suffisent pas à provoquer nécessairement la saisie, par l'esprit, de l'aspect mental que cette impression revêt pour nous, saisie qui est un acte caractéristique de l'esprit, et qui réalise l'image en tant qu'objet particulier de conscience et de connaissance. Pour que j'aie conscience de l'image, il faut non seulement que les conditions déterminantes de l'impression rétinienne soient données, mais encore que je m'attende à l'action de l'excitant de façon à favoriser cette action, que je fasse attention dans la direction et à la distance où il se trouve, que mon esprit en soit occupé, que j'y pense.

Non seulement le fait de l'appréhension, mais aussi le caractère spécifique de cette appréhension ne relève pas des conditions physico-physiologiques de l'image. La conscience que j'ai d'une image bleue ne diffère pas de celle que j'ai d'une image verte ou d'une figure carrée, elle en est la

« saisie », la prise de connaissance par l'esprit, identique, quelle que soit la réalité mentale appréhendée. L'esprit n'a qu'une façon de se comporter en tant qu'il prend connaissance dans l'appréhension comme dans la compréhension, quels que soient les aspects appréhendés ou les rapports saisis. Parce que c'est l'esprit qui appréhende, c'est lui qui détermine le caractère spécifique de l'appréhension. La conscience que nous prenons de la réalité mentale qu'est l'image est la façon dont notre esprit prend contact avec elle, la connaît, en prend possession, — par le fait même qu'il en prend connaissance — parce que, pour lui, connaître c'est posséder, par suite, avoir à sa disposition, quand il le veut, la réalité saisie : ce qui en rend possible l'évocation dans la rêverie et le rêve.

Le fait d'appréhender l'image et l'aspect sous lequel l'esprit la saisit sont inséparables. C'est l'appréhension qui crée l'image, en tant que réalité mentale, dont l'impression rétinienne n'est que la possibilité. Et si l'aspect que revêt cette impression, quand nous en prenons conscience, est déterminé nécessairement par les conditions de cette impression et varie avec ces conditions, l'appréhension ne l'est pas. C'est un acte de l'esprit, une manifestation de sa vie au même titre que saisir des rapports. Avoir conscience d'une image bleue --- de même qu'avoir conscience d'une idée, d'un fait mental quelconque --- c'est faire attention à elle, en avoir l'esprit occupé, comme objet de pensée, au degré le plus simple la connaître, comme « existant », avant de la considérer comme faisant partie des êtres du réel, c'est-à-dire, de la penser relativement à ce que nous savons implicitement des autres êtres et d'elle-même. Cette prise de conscience, qui est une prise de connaissance au degré le plus élémentaire, se retrouve dans les opérations mentales les plus complexes : il faut avoir conscience de chacun des termes d'un rapport avant de les penser relativement l'un à l'autre. Elle ne peut se décrire comme la compréhension en partant de plusieurs termes qui devront être pensés ensemble car, dans l'appréhension

sion d'une image, l'esprit n'a qu'un objet de connaissance : il le pense, non par rapport à un autre objet de pensée, mais par rapport à lui-même, comme « existant » pour lui, et vis-à-vis de lui, comme un « être » sans autre détermination tout d'abord que l'existence.

Normalement, comme nous l'avons vu, l'appréhension ne se sépare pas ainsi de la compréhension. Nous ne prenons pas, des êtres de la perception, une conscience désintéressée. Nous ne les considérons pas comme « étant » seulement pour l'esprit, comme objets de connaissance, mais comme des êtres ayant des rapports entre eux et intéressant notre activité. Parce que nous ne sommes pas seulement des esprits, la perception tend à provoquer l'action. Mais il ne faut pas oublier que la précision et l'efficacité de cette action suppose l'exactitude (1) de l'objet de l'appréhension. De ce que l'objet de la perception « déclenche » (2) notre activité, si rien ne s'y oppose, il ne faut pas déduire qu'il « existe » pour cette activité avant d'« exister » pour notre esprit. La perception n'est pas une réaction, elle la conditionne, mais elle ne la détermine pas nécessairement. Elle est un acte, mais un acte psychique par lequel nous prenons connaissance, au degré le plus simple, sous un aspect qui n'existe que pour notre esprit, — l'image, — de l'action de l'excitant sur notre organisme, comme (3) d'un « être » à la fois pour notre connaissance et pour notre activité. Il n'est donc pas étonnant que la conscience que nous prenons d'une image n'ait pas la spécificité de cette image, qu'elle n'ait d'autre caractère que ceux qui relèvent de l'esprit, puisque c'est un acte de sa vie, le plus élémentaire, celui que supposent les opérations les plus complexes.

On comprend aussi que les conditions suffisantes pour que nous ayons conscience d'une image ne sont pas données en

(1) La correspondance à l'excitant — quant à sa situation parmi d'autres excitants — telle que notre action soit efficace.

(2) Met en jeu.

(3) A titre de, sous la détermination de.

dehors de l'esprit, mais dépendent de la façon dont il réagit vis-à-vis de l'action du réel sur le corps, de sa nature psychique, et de la façon dont il entre en rapport, suivant cette nature, avec l'action des excitants sur l'organisme.

Les conditions déterminantes de l'appréhension dépendant de l'esprit, non de « ce » dont nous avons conscience, il devient évident :

1° Que l'excitant peut agir sur la rétine sans que son action donne lieu à une image;

2° Que nous pouvons en avoir conscience d'une façon intermittente, bien que cette action soit continue. C'est ce qui arrive dans le cas des sensations habituelles ou uniformes, dans tous les domaines de la perception, et dans la distraction, quand occupée et absorbée par un autre objet de pensée, notre activité mentale n'est plus, vis-à-vis du réel, l'activité requise pour l'appréhension;

3° Que nous pouvons avoir conscience, successivement, d'images différentes dans le champ visuel si, par suite du changement de l'objet de notre attente, notre activité prospective, vers l'excitant, s'oriente vers une distance ou dans une direction différentes : ce qui constitue l'exploration.

Ce qui seul est à expliquer c'est le changement continu de l'objet de notre surveillance qui provoque l'incessante remise au point — nécessaire à la vision adéquate. — de tout notre appareil optique, pour une certaine direction et une certaine distance de l'excitant.

La confusion de l'image qui résulte d'une fixation prolongée est une raison qui empêche de maintenir la fixation et provoque certains mouvements oculaires. Nous pouvons négliger les mouvements incessants des yeux pendant la fixation d'un même excitant, décelables seulement par la photographie, ainsi que les mouvements correcteurs au cours de l'ajustement oculaire et des mouvements de poursuite inadéquats, comme aussi les mouvements réflexes coordonnés au déplacement de la tête et du tronc : car tous sont inconscients et, loin d'être provoqués par un changement de notre activité

prospective vis-à-vis du réel, ne servent qu'à rendre possible ou à maintenir la vision adéquate d'un même objet de perception.

Mais la vision non satisfaisante peut provoquer des mouvements oculaires dans un autre cas : lorsque, au cours du temps de latence d'un mouvement oculaire — temps relativement long (1), la direction dans laquelle nous surveillons le réel a changé. C'est ce changement, quant à la direction et à la distance à laquelle nous faisons attention, qui est la cause positive du changement incessant de notre mise au point oculaire. Et nous surveillons ainsi successivement toutes les parties du réel parce que notre champ visuel étant limité dans chaque fixation, notre surveillance ne peut être simultanée : ce qui serait la meilleure condition pour la réussite de notre activité. Nous suppléons à cette insuffisance de notre champ visuel dans chaque fixation par un déplacement rapide et incessant de notre point de fixation, réalisant ainsi une surveillance quasi-simultanée. Le champ visuel est en effet limité :

1° Par la position frontale des yeux ;

2° Par l'accommodation pour telle distance, l'œil n'étant pas accommodé à la fois pour toutes les distances ;

3° Par la sensibilité plus grande de la région centrale de la rétine qui nécessite une convergence des axes visuels vers tel point où se trouve l'excitant, à l'exclusion des autres, afin que les impressions rétinienne aient lieu sur la région de sensibilité maxima et que, par suite, les images perçues soient nettes ;

4° Par ce fait que nous faisons attention électivement à certaines images, formant un système, dans l'aire de claire vision et négligeons les autres.

Cependant, cette limitation du champ visuel ne légitime pas le changement de fixation dans une direction plutôt

(1) Il peut aller de 130 à 180 σ , d'après Judd, suivant que le stimulant est à 1° ou 4° 1/2 du point primitif de fixation.

que dans une autre. Les images confuses de la périphérie du champ visuel, d'autre part, ne déterminent pas nécessairement l'orientation de notre activité prospective et, par conséquent, les mouvements oculaires. Mais, de même que dans l'aire de claire vision, nous considérons électivement telles images, de même nous discernons telle image périphérique qui devient un motif de nouvelle fixation, soit qu'elle ait un rapport avec celles actuellement perçues, soit qu'elle réponde à notre attente. Et nous faisons attention électivement à tel objet de la perception ou plus exactement à tel groupe significatif d'objets, à l'exclusion des autres, en un mot nous appréhendons des « systèmes » parce que notre esprit ne peut s'occuper à la fois de plusieurs objets de pensée s'ils n'ont ou s'il n'établit des rapports entre eux, si ces objets ne sont susceptibles, à un certain point de vue, d'être « saisis » ensemble. Comprendre c'est construire un ensemble, organiser un système.

L'unicité de ce qui est appréhendé, comme objet de connaissance, « compris » à quelque degré que ce soit dans chacun des actes successifs de notre vie mentale découle nécessairement de la nature même de l'esprit — que peuvent ainsi contribuer à définir chacun de ses actes — et nos appréhensions comme nos compréhensions sont successives (1) parce que notre esprit ne peut réaliser au même moment deux actes de sa vie (2).

La succession des mouvements oculaires peut être très rapide dans la lecture, par exemple, quand le texte est connu. Les pauses peuvent se réduire à 40 σ ce qui est insuffisant pour la vision claire des mots fixés — qui exige de 80 à 100 σ . Le nombre et la durée des pauses varie avec l'objet fixé — comme l'indique la photographie des mouvements oculaires dans l'observation de lignes diversement disposées

(1) Deux signaux simultanés sont perçus successivement à un intervalle qui varie entre 250 et 50 σ . — Le premier perçu est celui, non qui a le plus petit temps de latence, mais celui qu'on attendait le premier.

(2) Du fait qu'il est *un* et non plusieurs esprits à la fois.

— et avec les individus. A mesure que l'objet devient plus connu, le nombre des pauses et leur durée diminue. La durée se réduit également dans la mesure où la vision indirecte a préparé la fixation. Dans la lecture cette réduction est augmentée : l'anticipation du sens de la phrase fait deviner le mot.

Toutefois la durée du mouvement oculaire ne mesure pas exactement l'intervalle entre deux appréhensions successives car, si le mouvement a lieu, c'est que nous avons déjà perçu une image dans le champ visuel indirect. Dans une pause très courte nous percevons, outre ce qui est directement fixé, des images dans le champ visuel indirect, et, dans le cas de la lecture, parfois jusqu'à l'extrémité de la ligne. Le temps nécessaire pour appréhender et pour changer d'objet d'appréhension quoique très réduit par la prévision du sens, comme dans la lecture, cependant n'est jamais nul, car l'objet de l'appréhension a des conditions physico-physiologiques indépendantes de l'esprit.

L'appréhension est bien une prise de connaissance au degré le plus simple, un acte intellectuel au même titre que la compréhension et relève de conditions psychiques qui, seules, peuvent suffire à la déterminer ; mais l'objet de cette appréhension, l'image, l'aspect sous lequel l'esprit « connaît » l'action du réel sur l'organisme, la forme sous laquelle elle lui « apparaît » est déterminée par le réel et l'organisme quant à son caractère spécifique en tant que distinct de tel autre aspect de l'objet appréhendé.

Un exemple peut donner une idée de la vitesse de l'appréhension et de la rapidité avec laquelle les appréhensions peuvent se succéder : nos yeux étant adaptés pour une certaine distance des excitants, après un moment de distraction, il arrive que des images tout à coup sont perçues, et dans une succession si rapide qu'il est difficile d'en saisir l'ordre exact. Il a suffi de penser au réel pour que les impressions rétinienne nous apparaissent, soient appréhendées sous cet aspect qu'est l'image, à la distance à laquelle nous fixions,

comme des objets de connaissance pour l'esprit, parce qu'il y pense et dans la mesure où il y pense.

Le changement d'objet de notre appréhension est d'autant plus rapide que nous avons plus de motif de changer d'objet d'appréhension : que ce motif de notre exploration soit dans ce qui est actuellement perçu, ou dans la prévision de sens avec laquelle, nous attendant au réel, nous le surveillons.

L'appréhension est un acte intellectuel, avec son caractère spécifique de connaissance, -- caractéristique de l'esprit, -- son intermittence et la succession rapide et incessante de ses objets dans toute l'étendue du champ visuel, explicables seulement par sa nature. En conséquence, envisager les phénomènes physiologiques concomitants, dans l'appréhension de telle image -- à savoir : l'impression rétinienne, l'influx que cette impression développe dans les arcs nerveux sensori-moteurs en rapport avec elle, les réactions oculaires de mise au point qui la précisent -- autrement que comme des conditions de l'aspect particulier qu'est cette image en tant que distinct de tel autre aspect de l'objet de la perception, est un non sens. Un rapport de cause à effet, que la cause soit envisagée comme déterminante, d'une façon nécessaire, de l'acte intellectuel, ou comme productrice de conscience, c'est-à-dire de connaissance, est contraire aux faits : Pour percevoir le réel de la perception, il faut d'abord y penser. Toutes les conditions étant réalisées, nous pouvons nous distraire de l'action du réel qui devient pour nous non avenue. D'autre part, si le phénomène physiologique concomitant produisait la « conscience » de l'image, ce qui serait inexplicable ce serait :

1° L'intermittence de l'appréhension alors que l'excitant agit d'une façon continue;

2° L'ordre des appréhensions successives qui n'est pas déterminé nécessairement par la valeur des intensités respectives des phénomènes physiologiques qui sont supposés les produire, enfin ce caractère spécifique de connaissance qu'on ne peut expliquer par aucun récepteur ou effecteur diffé-

rencié, ni par aucun phénomène nerveux défini à un niveau déterminé du système nerveux où s'articulent les arcs sensorimoteurs, qui n'est pas une sensation, ni une image particulière, encore moins un mouvement, mais le fait de les « connaître » sans aucune détermination de ce qui est connu.

Si l'appréhension n'a aucune détermination de « ce » qui est appréhendé — et n'est pas due, par suite, à un phénomène physiologique déterminé (1), à un certain niveau dans le système nerveux — mais consiste dans le fait même d'en prendre connaissance, d'en faire un objet de pensée, un être pour l'esprit, il devient évident que ces aspects sous lesquels nous saisissons le réel et que l'acte mental réalise seulement en tant qu'objets de connaissance, existant seulement comme tels, ne peuvent se localiser « dans » la matière nerveuse. Aussi absurde est la localisation « dans » l'esprit. Il n'y a pas dans l'esprit « des images conscientes » mais il y a des parties du réel auxquelles nous pensons, par suite des images dont nous « avons » conscience, c'est-à-dire connaissance au degré le plus simple, et il y a des parties du réel auxquelles nous ne pensons pas, des impressions rétiniennees qui restent de pures possibilités de connaissance. « Ce » que nous pensons et « ce » à quoi nous pensons devient conscient, connu par nous; mais « ce » à quoi nous ne pensons pas n'est pas inconscient « dans » quelque chose -- ni en notre esprit, mais n'existe pas en tant que réalité mentale. Nous pensons ceci ou cela — à ceci ou à cela et, ce faisant, nous le réalisons actuellement par notre connaissance et pour notre connaissance. Nous résumons : l'action d'appréhender, ce que l'esprit « fait » et la façon intermittente et successive dont il le fait, n'a ses conditions nécessaires et suffisantes que dans la nature de l'esprit. Et cet

(1) Si l'appréhension tirait son caractère de « ce » qui est appréhendé — par suite des conditions physico-physiologiques de son objet — son caractère spécifique, ainsi étroitement conditionné, varierait avec l'objet de l'appréhension et les conditions de ce dernier et aurait un substrat nerveux variant avec l'objet de chaque appréhension.

acte, non plus que la réalité mentale, — l'image de la perception — que l'esprit réalise seulement pour lui, en tant qu'objet de connaissance, ne sont ni localisés ni localisables dans la matière nerveuse, ni même dans l'esprit. Nous appréhendons ou nous n'appréhendons pas. Nous avons conscience de telle image ou nous n'en avons pas conscience. Elle n'est que « par » et « pour » notre connaissance et n'est plus dès que nous cessons d'y penser.

DEUXIÈME PARTIE

L'IMAGE VISUELLE ET L'EXCITANT

CHAPITRE PREMIER

L'image et la " quantité " de l'excitant.

§ 1. — Quand nous nous attendons au réel, il faut, pour qu'une image nette soit perçue, qu'un excitant situé à l'intérieur d'un certain angle de part et d'autre du plan médian de la tête agisse sur la rétine et soit placé à une distance telle que son action soit non seulement possible, mais efficace pour la vision distincte, c'est-à-dire donne lieu à une impression fovéale. A cet effet il doit être situé parmi les autres excitants à la distance pour laquelle convergent les axes oculaires, à laquelle nous fixons sous l'influence de l'anticipation de cette distance et après les tâtonnements successifs qu'exige tout ajustement binoculaire ou monoculaire pour une distance donnée de l'excitant.

Cet excitant non seulement doit être situé à une distance et dans une position telles qu'une impression fovéale soit possible en sorte que l'image soit nettement perçue à la distance à laquelle nous fixons, mais il doit avoir une certaine intensité (1) pour que son action sur la rétine donne lieu à une image perceptible.

(1) Quelle que soit l'unité de mesure choisie pour cette intensité bougie-mètres, watt (erg-seconde) par cm^2 de la source lumineuse et pour chaque longueur d'onde ou multiples du seuil de base de la sensation lumineuse ; notre sujet n'est pas d'en examiner la légitimité. Nous emploierons les termes usuels de source lumineuse, radiation « lumineuse », énergie « lumineuse », bien que ce qualificatif ne soit légitime que pour la sensation qu'elles conditionnent.

Si nous fixons une source lumineuse d'une intensité relativement grande, il en résulte presque instantanément une image perçue à la distance où est la source. Si nous diminuons graduellement cette intensité, il faut pour obtenir une sensation laisser agir l'excitant pendant un temps qui croît à mesure que l'intensité diminue et il arrive un moment où, quel que soit le temps d'action, l'intensité liminaire ne diminue plus. Ce minimum constant d'intensité, au-dessous duquel on ne peut descendre en excitation indéfinie, c'est le seuil absolu — ou seuil de base. En partant de ce seuil, nous pouvons, en augmentant l'intensité de la source, diminuer le temps d'action, mais quelle que soit l'intensité employée il arrive un moment où le temps d'action reste invariable. C'est le temps irréductible. Le produit de l'intensité de l'excitant par le temps d'action est une quantité (1) dont nous pouvons étudier la variation en fonction de l'intensité de la source et de la durée de son action. Cette quantité de l'excitant qui exprime en même temps l'énergie lumineuse n'est pas une constante comme le croyaient Richet et Bloch, dont la formule d'énergie liminaire : $it=a$ était analogue à la loi de Bunsen-Roscoe pour les phénomènes photochimiques, d'après laquelle l'énergie nécessaire pour obtenir un effet photochimique donné est constante. Si l'intensité de l'excitant est au-dessous du seuil de base, quel que soit le temps d'action et, par conséquent, quel que soit (it), l'énergie lumineuse qui croît alors comme le temps, aucune sensation ne se produit. Une quantité d'énergie, même très grande, peut donc être insuffisante quand son action, au lieu de se produire pendant un temps limité, se développe au cours d'un intervalle de temps trop long. C'est là un phénomène analogue à l'inefficacité des courants progressifs — dans l'excitation électrique des nerfs — quand la pente d'établissement

(1) Dans le cas où on emploie des radiations lumineuses de même fréquence, le produit it , qui exprime la quantité, exprime aussi l'énergie lumineuse.

du courant est au-dessous de la pente limite compatible avec l'excitation. « Tout se passe comme s'il » y avait une perte au cours de l'excitation, perte que devrait compenser la vitesse de cette excitation pour que l'action de l'excitant soit perceptible. Peut-être, aussi, ce qui importe dans l'excitation, c'est non seulement la modification totale produite au cours du temps d'action, mais encore la modification dans chaque unité de temps, modification qui, à chaque instant, ne doit pas être inférieure à un certain minimum, constituant, relativement à l'état précédent du point affecté, une différence susceptible, sinon d'être perçue séparément, du moins de s'ajouter à d'autres semblables jusqu'à ce qu'une modification perceptible soit réalisée. Blondel et Rey, dans leurs recherches, aboutissent à une formule de l'énergie liminaire : $it = a + bt$ qui peut s'interpréter dans le sens d'une perte d'énergie au cours du temps, cette perte étant constamment proportionnelle au temps.

La décroissance de l'intensité liminaire, en fonction du temps d'excitation, aurait lieu suivant une branche d'hyperbole asymptote à une parallèle à l'abscisse

$$I = \frac{a}{t} + b.$$

La décroissance du temps d'excitation, en fonction de l'intensité de l'excitant, se ferait d'après la formule $t = \frac{a}{i - b}$ suivant une branche d'hyperbole asymptote à une parallèle élevée à droite de l'origine des axes (1).

L'énergie liminaire serait exprimable par une droite ayant une ordonnée à l'origine

$$It = E = a + bt.$$

(1) Si nous tenons compte du temps irréductible dans l'excitation (K), la décroissance du temps en fonction de l'intensité devient

$$t = \frac{a}{i - b} + k.$$

Or, il se trouve, d'après les recherches concordantes de MM. Grijns, Noyon et Piéron (1), que la variation de l'énergie liminaire ne peut s'exprimer par une droite, comme cela serait si la décroissance de l'intensité en fonction du temps d'excitation était exactement exprimable par une loi hyperbolique. Aux temps longs le produit it n'est pas $(a + bt)$, mais s'exprime par une droite qui, prolongée, passerait à l'origine des axes; l'intensité nécessaire pour obtenir le seuil — seuil de base — étant devenue constante, l'énergie liminaire augmente comme le temps. Elle diminue à mesure que le temps diminue et que l'intensité liminaire augmente; ceci jusqu'à une limite aux environs de 20σ où elle passe par un minimum et augmente de nouveau aux temps très courts, aux environs de 1σ . Entre 2 et 80σ elle est sensiblement conforme à la loi de Bloch ($it = \text{Constante}$), puis exprimable entre 100 et 1.500σ approximativement par la formule de Blondel et Rey ($it = a + bt$).

Quel que soit le phénomène qui se produit au cours de l'excitation et qui en diminue l'efficacité, ce phénomène qu'on peut interpréter, soit comme une perte d'énergie, soit autrement, n'est pas proportionnel au temps. Aux temps longs, comme aux temps très courts, l'efficacité de l'énergie lumineuse diminue; nous pouvons faire une comparaison : soit un vase sur l'un des deux plateaux d'une balance, muni d'un tube d'écoulement et dans lequel il faut verser de l'eau jusqu'à ce qu'il entraîne l'autre plateau chargé d'un poids. Le moment où l'eau versée dans le vase qui a une fuite est suffisante — soit lorsqu'elle monte à un certain niveau — pour faire mouvoir l'autre plateau, figure l'instant où le seuil perceptible est atteint. Plus la quantité d'eau versée dans l'unité de temps sera grande et plus vite sera atteint ce niveau : plus court sera le temps nécessaire pour atteindre le seuil. Mais plus la quantité d'eau versée dans l'unité de

(1) Dans les expériences de M. Piéron, l'intensité est exprimée en multiples du seuil de base pris pour unité.

temps est grande, plus la fuite aussi est considérable en l'unité de temps. D'autre part, si nous versons lentement, la fuite sera plus lente, mais il faudra plus de temps pour atteindre le niveau, et, par suite, plus la perte (*bt*) sera grande. La vitesse constante et minima avec laquelle il suffit de verser l'eau, une fois le niveau — figurant le seuil — atteint, pour compenser la fuite, figure l'intensité liminaire minima et constante de l'excitant aux temps longs. Et, si nous versons avec une lenteur suffisante, le niveau ne sera jamais atteint. Nous resterons toujours en dessous du seuil.

Cette comparaison peut être suggestive pour la recherche mais n'implique en rien la nature du phénomène. Des tentatives faites pour exprimer l'énergie liminaire, en fonction de l'intensité et du temps d'action, par des formules mathématiques qui se montrent en fait inadéquates, il reste :

1° Que cette énergie (*it*) qui conditionne l'excitation lumineuse susceptible d'être perçue n'est jamais nulle. En excitation indéfinie il y a une intensité au delà de laquelle on ne peut descendre et, quelle que soit l'intensité employée, il y a un temps d'action irréductible : de sorte que le produit de l'intensité par le temps, quelle que soit la forme sous laquelle il est exprimé, n'est jamais nul ;

2° Que l'énergie liminaire n'est pas constante ;

3° Qu'elle varie en fonction du temps d'excitation suivant une loi complexe dont il n'existe pas actuellement de formule mathématique exacte.

De même que nous pouvons, en partant d'une intensité lumineuse très faible, augmenter cette intensité jusqu'à ce que le seuil de la sensation soit atteint, nous pouvons, en partant d'une intensité relativement grande, diminuer cette intensité jusqu'au minimum au-dessous duquel rien n'est perçu. Ce seuil dit de « disparition » de la sensation est plus bas que le premier dit « d'apparition ». Obtenus tous les deux en excitation indéfinie, ils n'exigent pas la même énergie lumineuse. Cette différence serait inexplicable si nous ne faisons

appel au récepteur et aux conditions psychologiques de la sensation.

Quand nous diminuons graduellement des intensités trop grandes, la persistance des modifications produites — qui étaient suffisantes pour être perceptibles — peut contribuer à abaisser le seuil de disparition. D'autre part, si nous parlons de sensations au-dessus du seuil, notre appréhension est rendue plus facile parce que notre attente est plus déterminée : nous savons « ce » que nous attendons et « où » nous l'attendons. La fixation est maintenue exacte, tandis que, dans le cas d'intensités en dessous du seuil et augmentées graduellement, le changement involontaire du point de fixation peut contribuer à élever le seuil d'apparition, si des précautions suffisantes ne sont prises. De plus, une modification suffisante mais très faible peut être non appréhendée en tant que sensation lumineuse, parce que nous ne nous attendons pas à cet aspect qu'elle présente, à cette intensité juste liminaire : notre anticipation n'est pas assez déterminée. Aux intensités voisines du seuil, la sensation est tellement faible que la forme de notre attente et la nature de nos prévisions déterminent notre perception : s'attendre à voir et croire qu'on voit, ne pas s'attendre à voir et croire qu'on ne voit pas deviennent identiques à voir et à ne pas voir — d'où la marge de variation bien connue dans la détermination des seuils d'apparition et de disparition.

§ 2. Une image étant perçue, pour que nous appréhendions une sensation plus intense (1) sous l'un de ses aspects — par exemple dans sa luminosité — il faut augmenter l'in-

(1) Non dans le sens qui implique l'homogénéité des sensations et par conséquent leur comparaison quantitativement possible — mais dans le sens de sensation qui nous « paraît » plus intense que la précédente qui n'est déjà plus et à laquelle, par suite, on ne peut directement la comparer. — Chaque sensation différente forme une unité de sensation hétérogène, incommensurable, par conséquent, avec celle qui précède ou celle qui suit.

tensité de la source dans un rapport que Weber a cru constant avec l'intensité précédente. Cela n'est approximatif que pour les intensités moyennes de l'excitant. La fraction différentielle, grande au seuil, décroît jusque dans une région d'intensité optima pour la sensation, et croît ensuite. Le processus physiologique de l'excitation tend vers une limite. La variation négative de la rétine, sous l'influence d'intensités croissantes — variation qui permet d'étudier l'influx nerveux dont elle traduit l'un des aspects — présente un début lent, une période d'accélération et un amortissement progressif (1).

De la loi de Weber nous pouvons retenir :

1° Pour qu'il y ait une sensation plus intense il faut un accroissement de l'intensité de l'excitant;

2° La réalité mentale dont nous prenons conscience ne varie pas aussi vite que l'intensité de l'excitant, même dans les conditions optima d'excitabilité;

3° Le rapport de l'accroissement d'intensité de l'excitant à cette intensité est dans une certaine limite seulement (2) approximativement constant.

Le phénomène physiologique qui conditionne la sensation s'amortit progressivement : ce qui contredit la loi de Weber si on la considère comme exprimant le rapport entre l'intensité de l'excitant et ce phénomène physiologique : car, d'une part, la formule de Weber considère, parallèlement à l'accroissement selon un rapport constant de l'intensité de l'excitant, une variation également constante du phénomène physiologique, et, d'autre part, elle n'assigne aucune limite à ces variations concomitantes.

Or, la fraction différentielle, en fait, peut devenir très grande et, dans certaines conditions, n'est jamais atteinte :

(1) DE HAAS.

(2) Aux intensités moyennes (König et Brodhun).

quelle que soit l'augmentation d'intensité, le phénomène physiologique atteint un régime stable et aucune sensation plus intense n'est perçue.

Quelle que soit l'allure de la variation, exprimable ou non par une formule mathématique, de l'énergie liminaire et différentielle, y a-t-il plus qu'une concomitance entre :

1° L'action de l'énergie liminaire et la conscience que nous avons d'une sensation ?

2° L'action de l'énergie différentielle et la conscience que nous avons d'une sensation différente ?

L'action de l'excitant sur le récepteur, indispensable pour que « quelque chose » soit appréhendé, est-elle suffisante pour déterminer l'appréhension ?

L'élévation du seuil absolu et différentiel par distraction naturelle ou provoquée est connue. La difficulté de maintenir la même attitude mentale d'observation, de faire attention d'une façon prolongée, produit la non-concordance des seuils dans des conditions identiques, pour le même sujet. La fatigue mentale se traduit par une élévation progressive des seuils, et le changement d'objet de notre observation se marque par des variations concomitantes de leur valeur. L'augmentation apparente d'intensité d'une sensation quand l'excitant agit selon un rythme connu est un cas du même genre. Notre attente est déterminée et notre appréhension est d'autant plus facile. Un mouvement rythmique à peine perceptible, par exemple, paraît confus si nous n'en connaissons pas les phases. Si, les connaissant, nous les prévoyons, il prend une netteté surprenante.

La conscience d'une image liminaire ou d'une image différente juste perceptible, à partir d'une image précédente, implique l'action d'une certaine quantité d'énergie lumineuse ou un accroissement de cette énergie mais la réciproque n'est pas nécessairement vraie. L'image n'est que par l'appréhension et comme nous l'avons vu — dans la première

partie de ce travail — l'appréhension relève de conditions psychologiques : la nature même de l'esprit et son activité vis-à-vis du réel de la perception : pour percevoir il faut penser au réel, s'attendre à son action.

S'il n'y a entre l'action d'une certaine quantité ou d'une certaine énergie de l'excitant et l'action d'un accroissement de cette énergie, d'une part, et la conscience que nous avons d'une sensation ou d'une sensation différente juste perceptible, d'autre part, qu'une concomitance, nécessaire pour qu'il y ait un objet d'appréhension, mais insuffisante à déterminer cette appréhension, y a-t-il entre les variations de l'énergie lumineuse et les sensations plus ou moins intenses dont nous avons conscience un rapport qui permette de passer de la mesure de la quantité d'énergie à la mesure de la sensation qu'elle conditionne ? Est-il légitime de passer d'une variation concomitante constatée : la plus petite différence appréciable de la sensation (ds) en même temps qu'une variation de l'intensité de l'excitant dont la valeur est une fraction constante de cette intensité ($\frac{di}{I}$) — ce qui est la forme de la loi de Weber — à une loi qui donnerait la mesure de la sensation ? L'intégrale ($S \doteq \int_0^{\frac{di}{I}} = C \log I$) par laquelle Fechner arrive à sa formule : la sensation varie comme le logarithme de l'excitation peut-elle être considérée comme une mesure réelle de la sensation ?

L'inexactitude de la formule de Fechner, dans la forme même qu'elle donne aux variations concomitantes de l'intensité de l'excitant, et de la sensation ou du phénomène physiologique qui conditionne cette dernière, n'est plus en question. Le phénomène physiologique, de même que la sensation, ne croissent pas d'une façon constante pour un accroissement constamment proportionnel de l'intensité lumineuse ; malgré l'accroissement de cette intensité il arrive un

moment où ils ne varient plus. Et cette intensité elle-même ne varie pas dans un rapport constant avec l'intensité employée — mais la valeur de la fraction différentielle dépend de cette intensité. La loi de Fechner devient en outre illégitime, même dans les limites où la formule de Weber est approximative, dès qu'elle vise à une mesure plus que conventionnelle. Elle postule en effet :

1° Que toutes les plus petites variations perceptibles de la sensation (ds) correspondant à un accroissement, selon un rapport constant, de l'intensité lumineuse, sont égales; que, par suite, les minima différentiels perceptibles sont des unités homogènes dont la sensation est la somme;

2° Que la sensation sera composée d'autant de ces unités homogènes qu'il y aura eu d'accroissements d'intensité selon un rapport constant, conditionnant chacun de ces minima de sensation, dans l'intensité de l'excitant considérée.

On peut certes objecter qu'on ne peut mesurer qu'à cette condition : pour mesurer la température on postule :

1° Que l'accroissement de température est de 1° quand le mercure se déplace d'une division sur l'échelle thermométrique;

2° Que la température peut être considérée, de ce fait, comme une quantité homogène mesurable, composée d'autant d'unités que de divisions thermométriques auront été parcourues par la colonne de mercure. Mais ces postulats sont regardés comme tels. On sait que l'unité de mesure est arbitraire et que ces unités sont homogènes seulement sur l'échelle thermométrique; que la mesure de la température par les variations concomitantes d'un phénomène directement mesurable n'est qu'une façon de considérer la température sous un rapport quantitatif qu'on demande d'accorder pour les besoins de la science. « Tout se passe comme si » la température était mesurable par le déplacement du mercure. Le théoricien sait bien qu'il y a des températures critiques pour les phénomènes chimiques et biologiques et que la température, par suite, n'est pas une quantité homogène;

mais le point de vue conventionnel de la mesure de la température est commode et se justifie par cette commodité — que la température soit ou non mesurable en fait. Le passage de la convention à la réalité n'est pas nécessaire, en science, et la théorie la plus explicative, serait-elle la plus conventionnelle, est la plus satisfaisante. Il suffit qu'on sache que ce sont des façons commodes de voir, de comprendre les phénomènes étudiés, de les construire de manière satisfaisante pour l'esprit : l'esprit ne comprend que ce qu'il construit. Mais en psychologie on oublie, du moins on paraît oublier, le double postulat à la base de la psychophysique, à savoir : celui de l'unité de mesure et celui de la possibilité de la mesure par les variations quantitatives d'un phénomène concomitant. Et subrepticement on passe de la mesure qui était conventionnelle à une mesure de la sensation qui serait réelle en partant de l'intensité lumineuse en jeu.

Il se trouve que la mesure conventionnelle n'est pas satisfaisante, car la sensation ne varie pas comme le logarithme de l'excitation, par suite du phénomène physiologique qui a son allure propre (1) et du fait des conditions psychologiques de l'appréhension qui découlent de la nature même de l'esprit. Mais toute autre loi plus approximative des variations de la sensation, si elle est possible, reste une pure convention, une façon d'envisager la sensation et implique un postulat qu'on demande d'accorder : à savoir que la sensation est mesurable en partant de la mesure de la quantité physique de l'excitant, mais que rien dans sa nature psychique ne force d'accorder, ni même ne donne des raisons plausibles pour accorder. On se contente de dire que cette mesure est en

(1) On obtient au contraire une représentation satisfaisante, quoique conventionnelle, de la croissance de la sensation lumineuse en partant des déterminations de la fraction différentielle de König et Brodhun. Dans ce cas la sensation varie suivant une courbe en S, en fonction des intensités croissantes de l'excitant, tout comme la variation négative de la rétine, les réactions pupillaires (Reeves, Couvreur) et, en général, tous les processus physiologiques.

désaccord avec les faits, soit qu'elle se rapporte au phénomène physiologique — où entrent en jeu non seulement l'intensité de l'excitant et la durée d'excitation, mais la région rétinienne et l'aire affectée, la nature de récepteur, son état actuel du fait de l'action des excitants précédents et simultanés, enfin la nature même de la radiation lumineuse, — soit qu'elle ait en vue la sensation dont nous avons conscience : car tout restant égal dans les conditions physico-physiologiques, si notre distraction vis-à-vis du réel est suffisante, loin que l'objet de notre appréhension soutienne un certain rapport avec la quantité de l'excitant, il n'y aura pas même d'appréhension. Et s'il y a appréhension, notre sensation, variable en même temps que la quantité mesurable de l'énergie lumineuse, se présente dans chaque appréhension successive comme une unité de perception, parce que appréhendée par un acte unique de l'esprit. C'est une unité que nous jugeons différente de celle qui a précédé et à laquelle elle ne peut être comparée directement, dont la variation en plus ou en moins résulte non d'une superposition de grandeurs homogènes — les minima de perception — mais de notre appréciation plus ou moins exacte d'une différence entre une sensation actuelle et une qui n'est déjà plus que pour notre souvenir.

On oublie que la sensation elle-même n'est mesurable que par convention et que, si les psycho-physiciens postulent que la sensation est mesurable cela n'implique pas qu'elle le soit. En fait, cette mesure conventionnelle se montre non satisfaisante, telle que la formule Fechner; dire qu'elle est fausse serait trop lui accorder. De par sa nature conventionnelle elle ne peut être vraie.

Nous pouvons retenir : les variations de la quantité de l'excitant sont des conditions nécessaires mais non suffisantes des variations concomitantes de la sensation. Toute autre formule qui veut exprimer une mesure plus ou moins approximative de la sensation, en partant de la quantité de l'excitant, reste conventionnelle parce qu'elle suppose

accordés les postulats qu'implique toute mesure conventionnelle d'un phénomène qu'on ne peut atteindre directement — et dont on ne sait même pas s'il est mesurable — au moyen d'un autre phénomène qui varie quantitativement en même temps que lui.

CHAPITRE II

L'image et la modalité de l'excitant.

L'excitant, dans la vision, non seulement possède une certaine intensité et agit pendant un certain temps, c'est-à-dire présente une quantité physique et une énergie déterminées qui varient en fonction de l'intensité et du temps d'excitation, mais possède aussi une certaine modalité. Les radiations lumineuses ne sont pas homogènes : elles ont une longueur d'onde qui varie environ de 397 à 760^{mμ}, et se traduit par un aspect différent de la sensation de lumière. Une plage étroite du spectre vers 400^{mμ} donne lieu à une image bleue, vers 530^{mμ} à une image verte. Dans certaines conditions, par exemple après l'ablation du cristallin, les radiations ultra-violettes, au delà de 400^{mμ}, agissent sur la rétine et deviennent perceptibles. A l'action simultanée de toutes les radiations du spectre correspond la sensation de lumière blanche ou plus exactement de lumière achromatique : telle la lumière solaire aux intensités moyennes qui sont les plus favorables à la vision diurne. Les radiations de la lumière achromatique peuvent être dissociées soit par un moyen physique : un milieu transparent qui réfracte inégalement ces radiations; soit par l'inégal pouvoir absorbant et réflecteur des corps pour ces différentes longueurs d'onde. Peu de corps sont monochromatiques parce que peu ne réfléchissent qu'une étroite région du spectre, en d'autres termes des radiations d'une longueur d'onde sensiblement la même. Leur couleur dépend du rapport de leur pouvoir réflecteur à leur pouvoir absorbant pour chacune des radiations.

§ 1. — Avec la longueur d'onde varient les propriétés physiques des radiations lumineuses.

Leur dispersion par le prisme augmente à mesure que la longueur d'onde diminue. Toutes, quand elles sont absorbées, provoquent un dégagement de chaleur mais cela d'une façon inégale. Les propriétés thermiques augmentent vers les grandes longueurs d'onde et servent à caractériser la zone située en deçà des radiations visibles et appelée pour cette raison « infra-rouge ».

De même toutes ont des propriétés chimiques, mais ces propriétés augmentent vers les petites longueurs d'onde et caractérisent les radiations dites ultra-violettes, au delà de la région spectrale qui est vue de couleur violette. On peut déceler les radiations « infra-rouge » dites calorifiques jusqu'à environ 1^{μ} par la photographie et au delà à l'aide de la pile thermo-électrique; les rayons actiniques sont révélés par la photographie jusque vers 50^{mm} (1).

Les radiations dont l'action sur notre rétine se traduit, pour notre appréhension, par la sensation de lumière, ne forment qu'une zone étroite dans la série qui va de la limite extrême de l'infra-rouge à celle de l'ultra-violet, série qui se place elle-même, par ordre de longueur d'onde, entre les ondes hertziennes d'une part — dont les plus grandes atteignent 15 kilomètres — et les rayons X et le rayonnement du radium d'autre part, dont la limite extrême est vers des longueurs d'ondes de quelques milliardièmes de millimètre.

L'énergie émise par une source lumineuse, mesurée en watt (erg par seconde) varie avec la nature de la radiation. Si on porte en ordonnée l'énergie émise par longueur d'onde et en abscisse, ces longueurs d'onde, on obtient la courbe de distribution spectrale de l'énergie de la source lumineuse considérée.

La variation électrique produite dans l'œil par la lumière

(1) Le millimicron est le millionnième de millimètre.

dépend aussi de la modalité de l'excitant. Si on met une électrode sur le tronc du nerf optique et l'autre sur la cornée, il se produit un changement de potentiel entre ces deux points. La positivité du tronc nerveux diminue sous l'action des radiations les plus réfrangibles et augmente sous l'influence des moins réfrangibles (1) avec un point de passage vers $6^{\text{m}}600$. Il y a conflit entre les deux tendances dans le jaune vers $6^{\text{m}}580$. Le changement de potentiel produit par certaines radiations perceptibles sous forme d'une couleur déterminée est neutralisé par d'autres radiations dont l'action se traduit précisément, pour notre perception, par la couleur dite « complémentaire ». La plus grande différence, par rapport à l'action produite par des radiations données est réalisée par l'action des radiations complémentaires.

§ 2. — De même que les propriétés physiques et chimiques de la lumière dépendent de la longueur d'onde des radiations, ainsi en est-il des phénomènes physiologiques qu'elle conditionne et que nous appréhendons sous forme d'image lumineuse ou chromatique. Toutes les régions du spectre, dans les mêmes conditions de fixation, ne présentent pas la même luminosité. La courbe de visibilité (2), déterminée par l'inverse de l'équivalent mécanique de chaque radiation pour un même éclat lumineux, a son maximum vers $556^{\text{m}}\mu$ au point où l'équivalent mécanique, en watt, est minimum. Si on donne à ce maximum la valeur 1, la visibilité des autres radiations est déterminée relativement à cette unité. Le produit de ce coefficient de visibilité,

(1) SHEARD and PEEK. — Chaffee, Bovie et Hampson n'ont pas confirmé les assertions de SHEARD et PEEK. Mais le fait que la variation électrique qu'ils obtiennent présente deux maxima obtenus au bout d'un temps relativement constant, et qu'ils rapportent au fonctionnement des deux catégories de récepteurs rétiniens — ayant une sensibilité élective pour des régions spectrales différentes (qui sont pour des conditions optima d'excitabilité de ces récepteurs, dans le même rapport que les complémentaires) — vient confirmer l'importance de la modalité de l'excitant : des lumières de composition différente — solaire ou crépusculaire — excitant des récepteurs différents.

(2) D'après *The Illuminating Engineering Society*.

en lumen, pour chaque radiation, par l'énergie spectrale (1) de la même région, est regardé comme « mesurant » la luminosité des radiations considérées.

La nécessité d'introduire un coefficient de visibilité, qui dépend essentiellement de la modalité de l'excitant et des conditions physiologiques actuelles de l'excitation et n'a, de ce fait, qu'une valeur statistique, souligne l'impossibilité d'une mesure purement physique de l'excitant lumineux, en tant que lumineux. Quelle que soit la valeur de cette mesure, il suffit de retenir pour le moment la variation de l'énergie spectrale et du coefficient de visibilité, dont elle est affectée, en fonction des longueurs d'onde.

Non seulement l'aspect lumineux d'une source de radiations dépend de la nature des radiations, mais aussi l'aspect chromatique. Le phénomène physiologique qui conditionne la vision chromatique croît plus vite et décroît plus vite pour les grandes longueurs d'onde que pour les petites. On peut rendre évident l'établissement successif des phénomènes physiologiques conditionnant les différentes couleurs en faisant agir la lumière achromatique sur un disque en rotation, moitié blanc et moitié noir et sur lequel le passage d'un anneau noir retarde successivement de 20 σ , 40 σ , 60 σ et 80 σ sur les secteurs blancs. Les couleurs (2) sont appréhendées successivement — rouge, jaune, vert, bleu — dans l'ordre décroissant de la longueur d'onde des radiations hétérogènes qui composent la lumière blanche excitatrice, et suivant la vitesse décroissante de l'établissement des phénomènes physiologiques dont dépendent les sensations des différentes couleurs (3). La persistance du phénomène physiologique,

(1) La courbe de distribution spectrale de l'énergie solaire, à la surface terrestre, a son maximum vers 590 $\text{m}\mu$, c'est-à-dire répond sensiblement à la courbe de la sensibilité rétinienne pour les forts éclairages.

(2) Dites de Fechner-Benham.

(3) PIÉRON : *J. de Psycho.*, 15 janvier 1923, et *An. Psycho.*, 1922, 23^e tome. Cette vitesse différente de l'établissement du phénomène physiologique, qui conditionne l'apparition des sensations de couleur.

comme son établissement dépend de la modalité de l'excitant et varie dans le même sens.

La variation du temps de latence d'une radiation en fonction de l'intensité, dans les conditions d'efficacité maxima — soit une radiation de petite longueur d'onde excitant les bâtonnets, ou une radiation de grande longueur d'onde excitant les cônes fovéaux — se montre assez dissemblable pour caractériser à la fois la différence des récepteurs et des radiations.

La couleur, enfin, que présente un mélange de radiations hétérogènes est en rapport étroit avec l'énergie relative de ces radiations et leur distribution spectrale. Si ce mélange paraît de la même couleur qu'une source homogène de radiations ou qu'un autre mélange de composition différente, le centre de gravité de la distribution spectrale des énergies de ces différentes sources coïncide.

Cette loi cependant n'est pas valable dans le cas où les longueurs d'onde des radiations mélangées sont dans le rapport qui caractérise les complémentaires — et qui varie de 1,19 à 1,23 — l'image perçue est alors achromatique.

Quand la distribution spectrale de l'énergie de la lumière solaire a son centre de gravité à $560^{m\mu}$, 2, elle paraît blanche. S'il se déplace légèrement vers les petites longueurs d'onde, elle paraît bleuâtre — vers les grandes, jaunâtre. On peut chercher comment varient les phénomènes physiologiques dont dépendent la vision chromatique et achromatique, avec la fréquence des vibrations en un trillionième de seconde, plutôt qu'en fonction de leur longueur d'onde. Le rapport trouvé est plus simple (1). La

constitue le vice capital de la « flicker-photometry », qui réduit également les temps d'action pour des radiations qui ont des temps de latence différents.

(1) PRIEST. Le rapport entre la fréquence des complémentaires est plus simple qu'entre leur longueur d'onde. De même la visibilité des radiations est fonction plus simple de leur fréquence que de leur longueur d'onde.

fréquence dépendant elle-même de la longueur d'onde, c'est toujours à la modalité de l'excitant que les variations sont rapportées. Une détermination des radiations spectrales par leur fréquence vibratoire ne peut être considérée comme une détermination purement quantitative et qui permettrait de les comparer puisqu'elles ne sont pas homogènes. Cette fréquence différente qui donne l'illusion d'une détermination quantitative est une conséquence nécessaire de leur hétérogénéité — un autre aspect sous lequel elle se traduit (1).

§ 3. — Y a-t-il un rapport nécessaire entre la modalité de l'excitant et le phénomène physiologique qui conditionne l'image lumineuse ou colorée ?

Une même région étroite du spectre, sensiblement d'une même longueur d'onde ne produit pas nécessairement la même modification physiologique et, partant, ne conditionne pas la même image. A basse intensité, l'effet physiologique se traduit par la sensation de lumière sans aucune spécification de couleur. Le seuil lumineux précède le seuil chromatique, et l'intensité dont il faut augmenter la source lumineuse, pour atteindre ce dernier seuil, dépend de la région spectrale considérée. L'intervalle photochromatique, grand pour les radiations de petites longueurs d'onde — celles dont dépend, par exemple, la sensation de couleur bleue — est si petit pour celles, plus grandes, dont l'action se traduit par la sensation de couleur rouge, qu'il a été nié par plusieurs observateurs. En augmentant l'intensité, la modification physiologique, qui conditionne la sensation liminaire chromatique croît de telle sorte que l'image perçue augmente en luminosité en même temps qu'en saturation; cela jusqu'à un maximum; puis, l'intensité de la source augmentant encore, tandis que la luminosité continue à croître, la satu-

(1) Il est évident que si les radiations étaient homogènes elles auraient même fréquence vibratoire, leur vitesse étant sensiblement la même.

ration diminue et, aux très grandes intensités, l'image lumineuse seule est perçue. L'existence d'un intervalle photochromatique se constate aussi en employant des temps très courts, mais suffisants pour atteindre le seuil lumineux, ou même des aires très petites, mais dans ce dernier cas à $1^{\circ}5$ du centre de fixation : cela permet de déterminer « the minimal time » et « the minimal field luminosity curves » du spectre qui concordent suffisamment (1) avec les courbes de luminosité déterminées par les méthodes d'égale luminosité ou du papillotement.

Il est impossible de séparer, si ce n'est artificiellement (2), l'aspect lumineux et coloré — et de comparer la luminosité de différentes images chromatiques — par exemple des différentes régions du spectre, parce que l'aspect lumineux et chromatique ne relèvent pas de propriétés différentes des radiations, et n'exigent pas des processus physiologiques spécifiquement distincts et séparés. Pour une source de radiations relativement homogène, c'est-à-dire prises dans une très étroite région spectrale, ces aspects dépendent de l'intensité employée. L'aspect lumineux qui précède le seuil chromatique, et celui obtenu aux intensités trop grandes pour la vision distincte, diffèrent de celui qui résulte de l'action simultanée de toutes les radiations spectrales, ou de l'action de radiations convenablement choisies à cet effet (3).

L'aspect spécifique de couleur est perceptible seulement dans les conditions favorables d'excitation. Au-dessous du

(1) Le maximum est à $600m\mu$ au lieu de $589m\mu$.

(2) L'artifice employé par la photométrie, dans la méthode du papillotement, consiste à employer une fréquence de rotation des disques, portant les secteurs colorés, telle que les couleurs sont indiscernables — par suite d'une fusion des impressions successives suffisante pour empêcher toute discrimination des couleurs, mais insuffisante encore pour la fusion complète qui donne une sensation uniforme. La différence perceptible des secteurs devient inférieure au seuil chromatique, mais non au seuil lumineux.

(3) Soit des radiations « complémentaires » ou un mélange de celles qui conditionnent les couleurs dites fondamentales.

seuil chromatique la perception est insuffisante pour la discrimination de l'aspect qualificatif de la sensation, en tant que distincte de telle autre conditionnée par une autre région spectrale; aux trop grandes intensités il y a éblouissement. Quand l'intensité de la source est insuffisante ou trop grande, l'image lumineuse, conditionnée par le processus physiologique, ne traduit plus la modalité de l'excitant mais seulement sa plus ou moins grande intensité : quoiqu'il ne soit pas légitime d'isoler dans l'excitant, non plus que dans l'excitation ou l'image, ce qui serait la quantité pure de ce qui serait la qualité pure. Les régions du spectre n'étant pas homogènes, une détermination purement quantitative des radiations spectrales est impossible. Quelle que soit l'unité de mesure choisie pour exprimer l'intensité de l'excitant lumineux en tant que lumineux, cette unité — soit le seuil de base, le lumen, ou le photon — est relative à la région spectrale dans laquelle sa détermination a été faite. Elle n'est pas transposable d'une région à l'autre. La photométrie est illusoire non seulement parce qu'elle est relative aux conditions physiologiques et psychologiques actuelles de l'excitation et de l'image lumineuse, mais encore parce que l'excitant ne présente pas l'homogénéité requise par toute mesure dont la valeur n'est pas seulement conventionnelle.

Si nous augmentons l'intensité de l'excitant provenant d'une région spectrale — soit des multiples croissants du seuil de base déterminé dans cette région — la modification physiologique croît et l'image dont nous avons conscience présente un aspect qualitatif variable depuis l'image achromatique à basse intensité jusqu'à l'image achromatique aux très grandes intensités, en passant par tous les aspects chromatiques intermédiaires, sans qu'il soit possible de déterminer ce qui est dû à la modalité de l'excitant ou au nombre plus ou moins grand de seuils de base qui mesure conventionnellement l'intensité des radiations dans cette région spectrale étroitement délimitée.

Si nous convenons de prendre pour unité l'intensité de la source au seuil absolu de la sensation, les multiples de cette intensité seront en effet considérés comme des « quantités » par la même convention, quoique ces unités en fait ne soient pas homogènes et équivalentes, même dans la région spectrale considérée, au point de vue physiologique. Des équimultiples des seuils de base déterminés dans des régions différentes sont toujours des quantités de radiations d'une certaine modalité. Ce n'est que par abstraction que nous pouvons considérer dans une même région la luminosité qui croîtrait en même temps que l'intensité de l'excitant, et une entité qui serait la couleur, dépendant seulement de la longueur d'onde et affectée d'un coefficient plus ou moins grand de clarté ou de saturation, variable cette fois avec l'intensité employée. Et c'est arbitrairement que nous considérons dans le spectre, d'une part, la luminosité et, d'autre part, les couleurs et nous sommes obligés pour restaurer l'expérience visuelle, telle qu'elle se présente à nous, d'affecter ces couleurs d'un coefficient de luminosité et de saturation variable suivant les régions spectrales comme nous étions obligés de le faire, dans une même région, suivant l'intensité de l'excitant en jeu dans cette région.

En fait, il y a autant de couleurs que d'images chromatiques perceptibles d'une extrémité du spectre à l'autre, de même que, pour une région déterminée du spectre, il y a autant de variétés dans un même genre que de différences perceptibles suivant les variations d'intensité de la source, depuis l'intensité liminaire qui conditionne l'image chromatique jusqu'à la plus grande intensité compatible encore avec la vision de la couleur.

C'est en isolant les aspects que présente l'image, tant d'une région spectrale à l'autre, que dans une même zone pour des variations d'intensité locales, que l'on est amené à considérer la luminosité et la couleur comme des entités distinctes et à chercher des mécanismes physiologiques pour chacune d'elles. Et c'est en considérant chaque différence perceptible,

de l'obscurité complète à la plus grande clarté, d'une part -- et de l'image chromatique à peine perceptible à cette image dans les conditions optima d'excitation, d'autre part, comme des degrés homogènes de clarté dans le premier cas et de saturation, dans le second, qu'on peut affecter l'image chromatique -- qui serait indéterminée (1) en elle-même quant à ces deux aspects et dont il est impossible de concevoir ce qu'elle pourrait être -- d'un coefficient quantitatif de clarté et de saturation chargé de la déterminer. En fait, il y a un phénomène physiologique qui croît d'une façon continue en même temps que l'intensité de l'excitant d'une certaine longueur d'onde et, conditionnées par ce phénomène, des images que nous appréhendons successivement comme différentes de celles qui ont précédé. C'est la discontinuité de notre appréhension qui permet la distinction de degrés dans la variation de l'image; et la détermination des coefficients de clarté et de saturation, loin d'être purement quantitative, est relative à toutes les conditions physiologiques et psychologiques de notre appréhension, de même que la distinction de la luminosité et de la couleur est relative à l'abstraction que nous avons opérée sur les aspects de l'image et à notre tendance à réaliser ces aspects artificiellement isolés en entités séparées.

Les couleurs isolées dans le spectre et auxquelles nous rapportons les variations de clarté et de saturation, dans un même genre, sont aussi des abstractions réalisées. En fait, nous ne passons pas brusquement d'une image bleue, à une image verte, par exemple, mais nous passons d'une région spectrale à l'autre par une série de sensations différentes juste perceptibles qui répondent à la série continue des radiations intermédiaires de longueur d'onde croissante comprises entre la région perçue d'une certaine nuance bleue et celle perçue d'une certaine nuance verte. Quand les régions considérées sont suffisamment éloignées, la modalité différente de l'excitant ne se traduit plus par des différences

(1) Qui n'aurait pas telle clarté et telle saturation, la distinguant de telle autre image chromatique du même genre.

de nuance juste appréciables mais par des différences d'aspect telles qu'elles ont pu être réalisées en entités distinctes pour lesquelles on a cherché des mécanismes spéciaux dont la mise en action simultanée produirait la sensation achromatique.

Au contraire, en variant l'intensité dans une même région spectrale, de modalité sensiblement la même, les sensations différentes successivement perçues ne conduisent pas insensiblement aux images conditionnées par des modalités différentes de l'excitant. En augmentant l'intensité d'une source de radiations de longueur d'onde égale à $530m\mu$, nous ne percevons pas la couleur rouge — ni en diminuant l'intensité, la couleur bleue. Les sensations obtenues ne sont que des variations, dépendant de l'intensité, dans les limites d'un même genre qui caractérise une certaine modalité de l'excitant. Aux très hautes comme aux très faibles intensités on obtient une image achromatique d'un autre ordre que celle obtenue par l'action simultanée de toutes les radiations spectrales ou de radiations convenablement choisies à cet effet.

Dans aucun cas l'image achromatique ne peut servir à caractériser une longueur d'onde déterminée, comme l'image chromatique; aussi elle ne varie pas comme cette dernière, quand on modifie l'intensité de la source, par des différences juste appréciables dans les limites d'un même genre, qui caractérise, pour notre perception, une région spectrale déterminée.

Si l'image achromatique est due à une insuffisance ou à un excès d'intensité de l'excitant, elle prend l'aspect chromatique qui répond à la modalité de l'excitant dès qu'on donne à la source l'intensité favorable à l'action optima de cet excitant.

Si elle résulte au contraire de l'action simultanée de toutes les régions spectrales, elle paraît bleuâtre ou jaunâtre suivant que le centre de gravité de la distribution spectrale de l'énergie de ces radiations se déplace vers les petites ou les grandes longueurs d'onde. Un changement de nuance se

produit aussi aux faibles et aux hautes intensités, en même temps que le maximum de luminosité se déplace.

L'image achromatique prend également un aspect chromatique variable suivant la nature des radiations qui ont agi précédemment sur la même plage rétinienne. Le seuil chromatique s'élève pour ces dernières radiations et celles, contenues dans la lumière achromatique, qui produisent une modification physiologique de sens opposé, deviennent seules perceptibles ou prédominent pendant un temps variable avec la durée de l'excitation précédente, en sorte que l'action de toutes les radiations se traduit seulement par l'aspect chromatique dit « complémentaire » qui répond aux radiations actuellement et électivement efficaces.

Enfin quand l'image achromatique est due à l'action simultanée de deux ou plusieurs régions spectrales convenablement choisies, elle varie suivant les conditions de l'excitation dans le sens de l'une ou l'autre des composantes. Un mélange formé de bleu vert et de rouge, achromatique pour une aire déterminée d'excitation, devient plus rouge et plus sombre si on diminue l'aire excitée, plus vert et plus brillant si on l'augmente. La même prédominance de l'une des radiations composantes apparaît quand nous passons du centre de la rétine à la périphérie ou inversement. Sous l'influence de la diminution d'intensité, des mélanges achromatiques de composition différentes — rouge et bleu vert, jaune et bleu, vert jaune et violet — s'obscurcissent inégalement : le premier le moins, le second davantage et le troisième le plus.

La presque (1) identité des images chromatiques dans ces cas différents ne doit pas faire oublier leur nature hétérogène. Dans le premier cas l'image achromatique répond à un phénomène physiologique insuffisant ou excessif pour la vision chromatique. Dans les deux autres à des phénomènes

(1) Car l'image achromatique à très haute intensité paraît plutôt grise que réellement blanche. Elle éblouit ; à très faible intensité elle est aussi indécise, bleuâtre, et devient chromatique dès que l'intensité devenant suffisante, le seuil chromatique est atteint.

physiologiques de sens opposé et qui se neutralisent, loin d'être due, comme l'image chromatique, à l'action d'une seule région spectrale étroitement délimitée ou à son action prédominante.

§ . — Y a-t-il un rapport nécessaire entre l'énergie d'un excitant lumineux, d'une certaine modalité et l'image chromatique ?

Une plage spectrale d'une intensité connue et agissant pendant un certain temps ne produit pas le même phénomène physiologique et se traduit par une image chromatique différente suivant qu'elle excite le centre ou la périphérie de la rétine. La saturation de l'image colorée dépend de la valeur des seuils chromatiques à l'endroit considéré. Elle peut même, dans une aire étroite, devenir achromatique, pour reparaître colorée en dehors de cette aire où le seuil n'est pas atteint, et redevenir enfin achromatique à l'extrême périphérie du moins aux intensités moyennes ordinairement employées (1). Si nous diminuons suffisamment l'aire excitée, cela à une distance donnée (1°5) du centre, l'image colorée devient aussi achromatique. Elle varie enfin suivant l'état actuel du point excité. Si l'excitant précédent est de même modalité que l'excitant actuel, l'action de ce dernier se traduit par une image colorée moins saturée que si l'action précédente n'avait pas eu lieu. Dans le cas où l'action précédente a été trop intense ou trop prolongée, toute action ultérieure des radiations de même longueur d'onde est inefficace pour la vision pendant un certain temps. Cette dernière action n'est donc pas perçue et la plage spectrale qui lui répond est vue en noir. Si la longueur d'onde de l'excitant précédent est, à celle de l'excitant actuel, dans un rapport qui est celui des radiations complémentaires, l'image chromatique paraît plus intense que celle qui résulterait des

(1) Aux fortes intensités les « champs de couleur », sauf pour le vert, sont coextensifs au champ visuel total. (FERREE and RAND.)

mêmes radiations en l'absence de l'action antérieure des radiations complémentaires.

L'action précédente de la lumière blanche, par la modification de la sensibilité qu'elle produit, fait paraître l'image chromatique plus saturée, de même que l'absence d'excitation lumineuse antécédente la fait paraître moins saturée. Enfin quand l'excitant précédent n'est pas la lumière achromatique et n'est ni de même modalité que l'excitant actuel, ni complémentaire, la modification est variable avec la nature de cet excitant antérieur.

Non seulement l'image chromatique varie suivant la nature de l'excitation antécédente, mais aussi avec la nature de l'excitation simultanée sur la même aire rétinienne et sur l'aire ambiante. En faisant tomber sur la même aire rétinienne, alternativement, des radiations susceptibles de donner la couleur bleue, et l'ensemble de toutes les radiations spectrales, à l'aide d'un disque en rotation moitié blanc, moitié bleu, l'image perçue — qui résulte de la fusion des impressions successives — est moins saturée que celle qui serait conditionnée seulement par le secteur bleu. Suivant que l'éclairage de l'aire ambiante est plus ou moins intense, l'image colorée est assombrie ou éclairée du fait de la modification de la sensibilité rétinienne produite par l'excitation de l'aire ambiante (1). Si nous considérons sur un disque en rotation un anneau coloré entouré de blanc, il paraît assombri; au contraire il paraît éclairé s'il est entouré de noir.

La modification de l'image colorée, par l'aire ambiante, est plus grande aux faibles intensités et à la périphérie si cette aire est blanche; aux grandes intensités et dans le centre rétinien si elle est noire (2).

La nuance même de l'image colorée peut être modifiée

(1) Probablement aussi du fait de la modification produite par la lumière achromatique diffusée par le fond lumineux, sur l'aire rétinienne excitée par la plage chromatique.

(2) FERREE and RAND, *Psycho. Review*, 1920, vol. 27, n° 5.

par l'action de l'aire ambiante : une aire bleue entourée de noir prend une teinte bleu rougeâtre par suite de l'augmentation de sensibilité aux grandes longueurs d'onde contenues dans la lumière blanche diffusée qui affecte la même aire rétinienne.

La modalité de l'excitant, de même que l'énergie lumineuse, ne suffit donc pas à rendre compte de l'image lumineuse et chromatique. Toute loi psycho-physique est condamnée à échouer, non seulement parce qu'elle ne tient pas compte de la variation de l'intensité de l'excitant en fonction du temps d'action, mais aussi parce qu'elle néglige, d'une part, la modalité de l'excitant dont dépend l'allure plus ou moins rapide du phénomène physiologique et le caractère spécifique de l'image, d'autre part, la sensibilité élective des récepteurs pour certaines longueurs d'onde, leur état actuel, du fait des excitations précédentes ou simultanées, leur situation relative — centre ou périphérie de la rétine — l'étendue de l'aire affectée, bref tous les facteurs sans lesquels toute déduction de l'image à partir de l'énergie lumineuse est purement fantaisiste. Tout restant égal dans l'excitant d'une longueur d'onde déterminée, l'image peut être colorée ou achromatique, plus ou moins saturée ou lumineuse et présenter des variations de nuances suivant la valeur relative des seuils de la sensation pour cet excitant et pour les radiations contenues dans la lumière achromatique diffusée par le fond lumineux et qui affectent, en même temps que lui, la région considérée. Bien plus la sensibilité rétinienne et, par conséquent, l'image, peuvent être modifiées par la répercussion d'une lésion intra-cérébrale ou d'une lésion corticale occipitale (1), qui modifient l'excitabilité des conducteurs issus de la rétine et des récepteurs en rapport avec eux, selon la loi générale des répercussions réflexes qui altèrent l'excitabilité de tout le circuit fonctionnel.

Le seul lumineux peut être seulement plus élevé que nor-

(1) Cécité ou achromatopsie partielles ou totales, d'origine corticale.

malement et atteindre jusqu'à huit fois le seuil ordinaire (1). La sensibilité différentielle est le plus souvent abolie : quelle que soit l'intensité employée aucune image plus intense n'est perçue. Le seuil chromatique, comme le seuil lumineux, peut devenir très élevé et généralement n'est pas atteint. L'achromatopsie, partielle ou totale, est un premier degré dans la diminution de sensibilité aux radiations lumineuses et c'est parfois le seul trouble produit par la répercussion d'une lésion occipitale légère. Le seuil chromatique étant plus élevé que le seuil lumineux, la vision chromatique n'a plus lieu, alors que le seuil lumineux est encore atteint et la vision achromatique encore possible. L'achromatopsie, dans ce cas, résulte d'une lésion moins importante (2) de la région occipitale ou des radiations de Gratiolet, que celle qui produirait la cécité corticale complète. La vision achromatique, en raison de la valeur relative des seuils, se récupère avant la vision des couleurs dans les secteurs où la vision avait totalement disparu, et se présente ainsi comme une étape dans la régression de la cécité corticale absolue.

Cependant tous ces facteurs qui conditionnent l'image perçue ne suffisent pas à déterminer l'appréhension qui la réalise en tant qu'objet de conscience et de connaissance pour l'esprit. L'image n'est que « pour » et « par » l'appréhension et pour l'appréhender il faut avoir l'esprit occupé du réel, y penser. Cela est facile à constater quand, fatigué de faire attention au réel ou à tel objet particulier, nous nous en désintéressons dans la rêverie, l'assoupissement, le sommeil, ou quand nous sommes absorbés par un travail mental.

Avec l'idée de tel réel situé à une certaine distance, disparaît l'ajustement binoculaire ou monoculaire pour cette distance. L'impression, de fovéale, devient périphérique et l'image, de nette et spécifique, devient confuse, achroma-

(1) Cas observé par M. PIÉRON, cité dans *Le cerveau et la pensée*.

(2) MARIE et CHATELIN, MORAX, MONTBRUN.

tique et peut même disparaître si l'excitation devient sous-liminaire, ou si notre distraction vis-à-vis de l'excitant est suffisante.

Normalement, dans l'état de veille, l'idée implicite du réel, situé à distance, provoque l'attente de ce réel et détermine en même temps qu'elle maintient énergiquement la forme essentiellement prospective de notre activité d'observation vers toutes les parties du réel susceptibles d'impressionner au même moment notre rétine. Ce qui donne lieu à des images vues confusément (1) dans la périphérie du champ visuel, alors les axes visuels convergent encore pour une distance donnée où la vision est nette.

Les images distinguées électivement dans la vision indirecte (2), quelle que soit la cause de cette distinction élective, servent de motif pour une nouvelle fixation. Si par son activité prospective l'esprit n'avait embrassé la région entourant le point de fixation aucune image périphérique n'aurait été perçue, bien que les excitants situés au voisinage de celui actuellement fixé impressionnent la rétine et puissent donner lieu à des images périphériques dès que nous y ferons attention; par conséquent aucune image n'aurait été discernée et n'aurait nécessité pour être perçue plus nettement, un nouvel ajustement monoculaire ou binoculaire.

Quand la vision indirecte n'est pas possible — vu le peu de sensibilité ou l'insensibilité de la périphérie rétinienne comme dans certains cas de cécité corticale — le déplacement du point où le sujet fait attention à distance se traduit par le déplacement de la tête. Le sujet cherche dans toutes les directions jusqu'à ce que l'excitant agisse sur la partie sensible de sa rétine. Il explore successivement toutes les régions du réel et fait attention à plusieurs distances et dans plusieurs directions, anticipant ainsi sur la direction et la

(1) D'autant plus confuses que plus éloignées du centre du champ visuel où la vision est nette.

(2) Dans les parties du champ visuel où nous ne fixons pas.

distance réelle de l'excitant. Chaque déplacement du point où il fait attention provoque un nouvel ajustement oculaire pour la nouvelle distance et la nouvelle direction : ce qui n'est pas toujours le cas normalement, quand la vision indirecte est suffisante pour guider efficacement notre activité. Mais l'aveugle dont les régions fovéales et parafovéales sont seules sensibles, doit fixer l'excitant pour percevoir une image qui, chez le sujet sain, est encore suffisamment perçue quand l'excitant affecte la périphérie rétinienne. Ce déplacement de la tête et des yeux, parfois même de tout le corps du sujet qui cherche l'excitant situé à distance, en orientant ainsi vers plusieurs directions les parties sensibles de sa rétine avec un ajustement oculaire pour des distances variables jusqu'à ce qu'il perçoive une image au point et dans la direction où il fixe, traduit la forme prospective de notre activité mentale de veille et le changement incessant de l'objet auquel nous faisons attention.

C'est parce que ce changement incessant du point qui nous intéresse et par conséquent de l'objet de notre appréhension ne provoque pas nécessairement un nouvel ajustement oculaire qu'il passe ordinairement inaperçu. Mais ce déplacement du point où nous faisons attention, qui n'est autre que l'exploration du réel, est une condition indispensable du changement de fixation oculaire de même que l'activité prospective de veille est une condition « *sine qua non* » de la vision, tant dans la région directe qu'indirecte du champ visuel. Si nous n'avions distingué électivement une image périphérique nous n'aurions aucune raison pour changer de point de fixation et converger pour une certaine distance plutôt que pour une autre : car ce n'est pas l'excitant qui suffit à déterminer la direction de notre activité prospective vers telle image périphérique plutôt que vers telle autre. Lorsque nous sommes absorbés par un problème captivant et difficile, ou même par une rêverie, le champ visuel indirect se réduit progressivement jusqu'à disparaître et nous fixons un point quelconque qui n'a d'autre intérêt

pour nous que d'arrêter notre regard : Les excitants au voisinage du point fixé, capables, par les impressions rétiniennees périphériques qu'ils produisent, de permettre la vision indirecte existent bien — mais nous n'y pensons pas et notre activité prospective, dirigée exclusivement vers un point, n'est pas orientée vers eux. *

CHAPITRE III

L'image et la distribution de l'excitant.

Non seulement l'excitant a une certaine énergie (it) et une certaine modalité, mais sa distribution parmi les autres excitants n'est pas quelconque. S'il est situé en dehors d'un certain angle de part et d'autre du plan médian de la tête il n'affecte pas la rétine et en conséquence il n'y a pas possibilité d'image. S'il est trop en deçà ou trop au delà du point où convergent les axes visuels, l'impression rétinienne n'est pas nette et l'image qu'elle conditionne est confuse et peut même n'être pas perçue si l'excitant est à une distance suffisante du point de fixation.

Non seulement la possibilité de l'image et sa netteté dépendent de la position de l'excitant vis-à-vis de la rétine, dans un même plan — à droite, à gauche, en haut, en bas — et dans des plans différents, c'est-à-dire en profondeur, mais aussi la position relative des points dans l'image et des images entre elles, en rapport avec la position relative des points rétiens excités, dépend de la distribution de l'excitant.

Ce n'est pas que la position absolue des points excités et des points de l'image correspondant à l'excitant soit la même. Si l'excitant est à droite du point de fixation et l'image vue à droite de ce point, le point rétinien affecté sera à gauche de la fovéa et inversement si l'excitant est à gauche du point de fixation. Si l'excitant est en haut du point fixé, le point excité sera dans le secteur rétinien inférieur et inversement si l'excitant se trouve en bas du point de fixation.

Suivant la rotation des yeux, une ligne droite impressionne des points différents et les mêmes régions fovéales et para-fovéales sont excitées quand nous fixons dans des directions très différentes : à droite, à gauche, en haut, en bas, d'un point précédemment fixé, plus loin ou plus près que ce point. Des excitants inégalement distants du sujet peuvent impressionner le même point rétinien, et, diversement distants les uns des autres, affecter la rétine en des points situés dans un même plan et dont la position relative en ce plan est la même.

Comme nous l'avons vu, l'image est perçue à la distance qui est celle de l'excitant bien que l'impression rétinienne soit sans distance, par rapport au sujet. C'est parce que nous fixons à une certaine distance que nous voyons à distance, non par suite de l'impression rétinienne où les profondeurs différentes des excitants se confondent avec leurs situations relatives dans un même plan et se traduisent, comme ces dernières, par des positions différentes sur le plan rétinien.

De même c'est parce que nous fixons à des distances différentes pour des excitants situés à des profondeurs différentes, que les images, et les points dans une même image, sont vus en des plans différents en profondeur : ce qui constitue le relief. Sur le plan rétinien, la forme se réduit à deux dimensions. Et c'est aussi parce que nous fixons dans telle direction, que l'excitant situé par exemple à droite du point fixé impressionne la rétine à gauche de la fovéa — qu'affecte le point fixé — et inversement si cet excitant est à gauche du point de fixation ; que celui situé en haut de ce point atteint la rétine en bas de la fovéa et inversement s'il est au-dessous du point fixé : cela d'après les lois optiques qui régissent le passage des rayons lumineux à travers les milieux réfringents de l'œil, loin que ce soit parce que le point excité est à droite ou en haut de la fovéa que nous fixons dans telle direction et voyons l'image à gauche ou en bas du point de fixation. Nous ne pouvons déduire de l'impression rétinienne

la position relative des points de l'image parce que nous n'avons pas conscience de l'impression et de la position respective des points excités qui la constituent.

C'est relativement au point fixé, non à la fovéa, que sont déterminées les positions des images et des points dans l'image. C'est parce que l'excitant est situé à des profondeurs différentes et en des positions différentes dans un même plan, que nous fixons dans des directions et à des distances différentes de façon à ce que l'image soit nette — ce qui arrive quand l'impression est fovéale, c'est-à-dire la fixation adéquate. Il résulte, sur le plan rétinien (1), du fait de la direction des axes visuels vers une certaine distance en profondeur et de la réfringence de l'appareil optique, une distribution des points affectés suivant deux dimensions seulement, où le rapport des dimensions — c'est-à-dire des distances entre les excitants situés dans un même plan — est conservé bien que la situation des points excités, relativement à la fovéa — qui répond au point fixé — soit inversée.

Et l'image est perçue avec trois dimensions, c'est-à-dire présente un relief parce que, bien que la surface rétinienne ne soit affectée que suivant deux dimensions, dans un même plan, nous fixons suivant une troisième dimension perpendiculaire aux deux premières — en un mot à distance. De sorte que c'est notre activité prospective vers telle direction et à telle distance où se trouve l'excitant, qui en rendant possible et adéquate pour la vision l'action des excitants situés relativement les uns aux autres dans un même plan et en des plans différents, détermine la position relative, suivant les trois dimensions, des images entre elles et des points dans une même image. L'image est perçue au point où nous faisons attention, où nous fixons et qui répond,

(1) On peut assimiler la rétine à un plan en ne considérant qu'une toute petite surface.

si la vision est nette, à la position et à la distance réelles de l'excitant.

L'image correspond ainsi à la position de l'excitant suivant les trois dimensions, bien que la position absolue des points rétinien affectés soit différente et que l'impression rétinienne n'ait que deux dimensions. C'est la fixation dans telle direction et à telle distance où se trouve l'excitant et où sera vue l'image qui détermine nécessairement la position des points affectés dans l'impression rétinienne — mais la réciproque n'est pas vraie.

§ 2. — L'excitant dans la vision n'a pas seulement une certaine distribution parmi les autres excitants, un ordre simultané, mais encore une distribution dans le temps, un ordre successif.

Ce qui importe pour l'image, c'est :

- 1° La nature et l'intensité des excitants qui se succèdent;
- 2° La rapidité plus ou moins grande de cette succession.

Si au moyen d'un disque en rotation on fait se succéder, assez vite pour obtenir une image continue et uniforme, des secteurs colorés respectivement des nuances spectrales isolées habituellement sous le nom de couleurs, une image achromatique est obtenue, bien que chaque secteur agissant seul soit susceptible de produire une image chromatique.

Le phénomène physiologique produit par un secteur coloré s'ajoute à ce qui persiste encore de celui déterminé par le secteur précédent sur la même aire rétinienne. Il y a une sommation, une fusion, et l'image achromatique est la résultante des actions successives au même point de la rétine, et ne répond pas à un excitant déterminé, d'une modalité spéciale. Le même effet est obtenu en faisant se succéder des secteurs de couleur dite « complémentaire » ou de trois nuances choisies convenablement. La modification physiologique, quoique différente de celle du cas précédent, apparaît sous le même aspect. L'action de radiations complémentaires de certaines radiations données, — comme le montre la varia-

tion électrique de la rétine — neutralise (1) la modification produite par ces dernières radiations. L'aspect achromatique, soit qu'il résulte de l'action simultanée de deux, trois ou de toutes les régions spectrales, a pour condition une neutralisation respective des effets des excitants employés simultanément. L'ensemble du spectre peut être considéré comme formé de régions spectrales complémentaires deux à deux — sauf la région de 492 à 560^{mμ} qui exige comme complémentaire l'ensemble de deux régions spectrales extrêmes : les radiations qui correspondent au rouge et au violet. De sorte que l'aspect achromatique serait dû dans les trois cas à la même cause.

Si un secteur coloré succède à un secteur achromatique, l'aspect résultant sera celui d'une couleur peu saturée. Si le disque tournant est moitié blanc, moitié noir, l'image résultante, par fusion des impressions successives, est moins lumineuse que celle produite par le secteur achromatique en excitation indéfinie. L'intensité de la sensation d'après la loi de Talbot-Plateau serait réduite dans le même rapport que celui du temps d'exposition du secteur blanc au temps total de passage des secteurs : cette loi est approximative pour les intensités moyennes ; elle n'est plus valable pour les faibles ni pour les hautes intensités. Cette réduction d'intensité est une conséquence nécessaire de la réduction du temps d'action de l'excitant à une durée égale à celle du passage du secteur — et qui est insuffisante pour que la modification du récepteur ait le temps d'atteindre son maximum. Le temps d'action, pour que la modification physiologique atteigne son maximum, dépend de l'intensité employée ; dès lors il devient évident qu'une même réduction du temps d'action se traduira par un effet physiologique et psycho-

(1) Au point de vue photo-chimique, les grandes longueurs d'onde ont des propriétés antagonistes des petites longueurs d'onde : les premières sont oxydantes, les deuxièmes sont réductrices. Il y a aussi un antagonisme entre les rayons infra-rouges et les rayons lumineux, entre ces derniers et les rayons X.

logique différent suivant que l'intensité lumineuse du secteur blanc sera plus ou moins grande (1).

§ 3. — La modification du récepteur et l'image qu'elle conditionne dépendent du temps de passage de l'excitant : d'où la rapidité de ce passage et par suite de la succession des excitants est capitale, pour l'image résultante. De même que le phénomène physiologique met un certain temps à se produire, de même il met un certain temps à disparaître, temps variable avec l'intensité employée. Si la rotation du disque est assez lente pour que la modification produite par le secteur lumineux ait disparu avant qu'un autre secteur lumineux affecte de nouveau la même région rétinienne, les images perçues sont discontinues. Si la modification persiste pendant le passage du secteur noir, mais d'une façon insuffisante, de sorte que le passage du secteur blanc produise une image différente de celle qui a persisté, l'image continue qui en résulte présente un papillotement désagréable. Si la vitesse de rotation est telle qu'il n'y a pas de différence appréciable entre l'image qui persiste pendant le passage des secteurs noirs et celle qui est perçue pendant le passage des secteurs blancs, l'image résultante paraît uniforme et continue. L'intervalle de temps qui sépare les secteurs blancs ne mesure pas, cependant, le temps total de persistance de l'impression rétinienne, mais seulement une fraction de ce temps, celle pendant laquelle l'image qui en résulte ne présente aucune différence appréciable avec l'image conditionnée par le passage du secteur blanc.

Cette persistance des phénomènes physiologiques successifs et, en conséquence des images, permet de réaliser des mélanges de couleur en faisant agir, sur un même point, des

(1) Aux faibles intensités la sensation résultante paraît plus brillante que celle obtenue aux hautes intensités, car il faut tenir compte, non seulement de l'intensité lumineuse du secteur blanc, mais de l'éclairage ambiant dont dépend l'irradiation générale de la rétine et sa sensibilité plus ou moins grande.

radiations différentes, à un intervalle de temps assez court. Cette fusion de l'aspect chromatique est utilisée dans la photométrie par la « flicker-method » qui emploie, pour comparer l'aspect lumineux des différentes couleurs, la plus faible vitesse de rotation du disque compatible à la fois avec l'indistinction des aspects chromatiques comme différents les uns des autres, et avec l'appréciation encore possible d'une différence de luminosité d'un secteur coloré à l'autre : ce qui constitue le papillotement de l'aspect lumineux. Cette vitesse inférieure à celle qui rend possible une image continue et uniforme par fusion complète, est suffisante pour que le seuil différentiel chromatique ne soit pas atteint d'un secteur à l'autre. Comme nous l'avons déjà remarqué, cette méthode de comparaison et de mesure est aussi commode que vicieuse et pour les raisons dites (1).

§ 4. — Si la vitesse de succession des excitants tout en étant inférieure à celle qui produit une quasi-simultanéité des modifications physiologiques et par suite des images qui leur correspondent, soit au même endroit — ce qui est la fusion complète (2) — soit à des points contigus — ce qui constitue une trajectoire dont les points sont simultanément perçus — est cependant assez grande pour que les images ne soient pas perçues individuellement et séparées (3), les images sont appréciées comme successives tout en étant continues : ce qui est le propre du mouvement. Le cinématographe, en faisant se succéder à la vitesse convenable les attitudes composantes d'un mouvement produit l'image continue d'un déplacement dans l'espace. Il supplée ainsi au déplacement réel du mobile

(1) Page 51, note 3.

(2) Charpentier trouve qu'en dessous de 27σ d'intervalle il y a fusion ; à 27σ les images sont appréciées comme successives.

(3) L'intervalle ne doit pas être inférieur au temps de persistance des impressions successives — sinon l'image est discontinue — et si la succession est trop rapide il y a simultanéité d'impression et confusion d'image.

qui produit en fait les positions successivement perçues, sans que la perception en paraisse pour cela discontinue. Quand nous fixons un mobile, en effet, dont la vitesse est inférieure à celle qui donnerait lieu à des impressions quasi-simultanées dessinant la trajectoire, — comme dans le cas des étoiles filantes ou d'un charbon ardent déplacé très rapidement — la rétine ne cesse d'être impressionnée par l'excitant.

Nous ne cessons de percevoir l'attitude actuelle du mobile ou sa position dans l'espace, quoique la différence des aspects successifs de cette attitude — ou de cette position qui ne cesse de changer d'un moment à l'autre — ne soit appréciée que d'une façon discontinue, quand la différence par rapport à l'aspect ou à la position précédente — qui ne sont déjà plus que dans le souvenir — est suffisante pour être appréciée. Cette comparaison implicite d'où le mouvement est inféré, si spontanée et facile qu'elle passe inaperçue, devient évidente quand, par suite d'une difficulté du travail mental, elle exige qu'on fasse attention volontairement (1) et devient, de ce fait, explicite.

Si la vitesse de succession des excitants en des points différents et contigus est intermédiaire entre celle qui produit la quasi-simultanéité des impressions successives en des points rétinien différents et, par suite, la simultanéité des images — ce qui rend perceptible simultanément et comme continues et uniformes toutes les parties de la trajectoire qui répond à ces positions contiguës successives — et la vitesse qui permet d'apprécier ces images comme successives, il se produit dans l'image résultante dont toutes les parties apparaissent comme simultanées, sans être complètement fusionnées et uniformes, un tremblement analogue à celui qui précède la fusion complète des secteurs successifs sur les disques en rotation.

(1) Cas d'un soldat blessé à la tête, qui voit les positions successives d'où il infère le mouvement.

Cette oscillation extrêmement rapide de l'image n'est pas conçue comme un changement de place, car, en fait, toutes les parties de la trajectoire dessinée par l'image résultante sont perçues comme simultanées malgré leur fusion incomplète qui donne lieu au papillotement de cette image. L'intervention du récepteur, entre l'excitant et l'image, rend impossible toute déduction de l'ordre réel, successif ou simultané, des excitants, à partir de l'image, telle qu'elle est perçue.

D'une part, quand la vitesse de déplacement d'un excitant est suffisamment rapide, les images résultantes des positions successives paraissent simultanées; d'autre part, des excitants simultanés et immobiles, placés à des distances convenables les uns des autres, et agissant successivement sur la rétine dans l'ordre où ils sont placés donnent l'illusion d'un mobile qui se déplacerait de l'un à l'autre, et occuperait successivement les différentes positions.

La succession des excitants à des moments différents du temps, et en des points différents de l'espace supplée au déplacement réel dans l'espace, en fonction du temps, qui donne en fait les positions différentes successivement perçues dans le mouvement réel. Tout ce qui réalise cette succession de positions différentes, de la même façon que le déplacement réel de l'excitant, produit l'illusion d'un mouvement réel. Les phénomènes physiologiques et psychologiques sont les mêmes. Il suffit que l'image ne soit pas discontinue tout en étant composée de phases appréciées comme successives. Il n'y a illusion que par rapport à « ce » qui se meut. En effet le déplacement dans l'espace en fonction du temps, en l'absence du mobile réel, est réalisé dans la représentation cinématographique du mouvement par le film qui se meut d'une position à l'autre (1) représentée comme différente dans l'espace et qui lui succède dans le temps, supplant

(1) Amenant une position à succéder à l'autre sur l'écran.

ainsi au déplacement réel du mobile entre les positions successivement perçues.

De sorte qu'il y a bien déplacement dans l'espace en fonction du temps, entre ces positions successives; mais cela serait insuffisant pour donner l'illusion d'un mobile qui occuperait ces positions différentes à des intervalles de temps successifs, si le récepteur ne permettait de percevoir comme continues ces positions différentes et discontinues dans l'espace comme dans le temps et de les concevoir comme un changement continu de place en fonction du temps, en d'autres termes, comme un mouvement.

TROISIÈME PARTIE

L'IMAGE ET LES RÉCEPTEURS

CHAPITRE PREMIER

L'image et l'hétérogénéité des récepteurs.

Nous avons étudié le rapport de la quantité de l'excitant, de sa densité dans le temps, variable avec la durée de l'excitation, à l'intensité plus ou moins grande de l'image et à la conscience que nous avons de cette image.

Mais l'impression rétinienne et l'image dépendent, non de l'énergie totale de l'excitant, mais de celle qui atteint la rétine.

L'appareil optique de l'œil arrête une partie des radiations lumineuses. Le corps vitré absorbe les radiations de 250 à 280^{mμ}, la cornée ne laisse rien passer au-dessous de 295^{mμ} et le cristallin au-dessous de 400^{mμ}. L'ablation de ce dernier permet de voir les rayons ultra-violets qui ne sont pas perçus normalement.

Une autre partie des radiations se perd par réflexion. D'un autre côté, des radiations peuvent être produites (1) dans le milieu oculaire sous l'influence des radiations ultra-violettes. L'entrée des rayons lumineux, dans l'œil, réglée par l'ou-

(1) Phénomène de fluorescence.

verture pupillaire, — très variable (1) sous l'influence de l'adaptation à la lumière ou à l'obscurité, — est fonction du carré du rayon de cette ouverture. Enfin quand un rayon ne tombe pas normalement sur la rétine, l'énergie reçue par unité de surface varie en fonction de cosinus de l'angle fait avec la normale par ce rayon (2). Le système oculaire élimine ainsi des radiations lumineuses par absorption, par réflexion, par contraction du diaphragme irien et opère une réduction de l'énergie lumineuse suivant la direction du faisceau incident.

§ 1. — Les images lumineuses et chromatiques ne dépendent pas seulement de l'énergie qui atteint à un moment donné la rétine, mais de la région rétinienne affectée, c'est-à-dire de la nature du récepteur excité. La surface rétinienne n'est pas homogène. Dans l'axe optique de l'œil, la fovéa ou fossette centrale, dont le grand axe horizontal mesure environ $0^{\text{mm}}3$ et le petit axe $0^{\text{mm}}2$, ne présente que des cônes qui rappellent par leur forme allongée et la minceur de leur article interne et externe la structure des bâtonnets. Puis vient une région parafovéale libre de bâtonnets mesurant environ $0^{\text{mm}}8$ de diamètre. Les parois et le pourtour de la fossette centrale sont imprégnés d'un pigment jaune d'où le nom de « macula lutea » ou tache jaune donné à cette région qui présente un diamètre à peu près de 3^{mm} (3). A mesure que nous allons du centre vers la périphérie de la

(1) D'après REEVES, elle varie de $8^{\text{mm}}5$ à 1^{mm} en passant de l'obscurité à un éclairage de 2.000 millilamberts. Le lambert étant l'éclat d'une surface diffuse parfaite qui reçoit un lumen par cm^2 . Aussi TROLAND propose-t-il une unité qui tient compte de l'ouverture pupillaire : le photon qui est l'intensité de l'illumination rétinienne accompagnant la fixation directe, avec accommodation adéquate, d'un stimulant de petite surface, dont l'éclat déterminé par comparaison selon la méthode du papillotement, avec l'étalon, chez un sujet normal, est une bougie par m^2 si la surface pupillaire externe effective, considérée comme placée dans le plan nodal est $1^{\text{mm}}2$.

(2) Loi de Lambert.

(3) Exprimé en angle visuel la fovéa mesure environ 55 à 70', l'aire libre de bâtonnets $3^\circ3'$ et la macula de 4 à 12° .

rétilne le nombre des bâtonnets augmente et celui des cônes diminue, de sorte qu'à l'extrême périphérie il n'y a presque plus de cônes parmi les bâtonnets. Dans la fovéa les récepteurs sont réduits à des cônes très denses; les expansions descendantes sont inclinées sur les bords de la fossette centrale, les couches rétiliniennes s'amincissent et tout à fait au centre les bipolaires, les amacrines — ou cellules d'association — et les ganglionnaires disparaissent complètement. Les connexions entre les cellules des différentes couches diffèrent de celles réalisées dans la périphérie. La densité des cônes est très grande, par suite de leur diamètre très réduit, et chacun d'eux est en rapport avec une seule bipolaire et une seule ganglionnaire. Chaque circuit fonctionnel est isolé du voisin par les expansions descendantes et obliques des fibres de Müller, tandis que, dans la périphérie, plusieurs bâtonnets ou plusieurs cônes sont en rapport avec une seule bipolaire. A mesure que nous nous éloignons du centre, le diamètre des cônes augmente et leur nombre diminue sans devenir tout à fait nul : de sorte que les cônes sont isolés topographiquement au centre, non les bâtonnets à la périphérie.

Cependant, dans certaines conditions d'excitation, il est possible d'isoler physiologiquement d'une façon presque complète le centre et la périphérie de la rétilne. Dans l'obscurité et aux faibles intensités de la source lumineuse c'est surtout la périphérie qui fonctionne; c'est au contraire la région centrale dans la lumière du jour, avec des intensités moyennes et fortes de l'excitant.

Les bâtonnets se distinguent des cônes par une substance contenue dans leur article externe, absorbant certaines radiations spectrales — et au maximum celles de longueur d'onde d'environ 480 à 540^{mμ} chez les mammifères — et présente probablement pour cette raison la couleur pourpre qui est précisément la couleur complémentaire de celle que présentent les radiations absorbées.

Le pouvoir absorbant de cette substance est presque nul

pour les grandes longueurs d'onde. Elle blanchit à la lumière et redevient pourpre à l'obscurité — du moins tant que l'organe est en état de fonctionner et au contact de l'épithélium pigmentaire de la rétine.

A la lumière solaire, c'est-à-dire pour l'œil adapté aux intensités lumineuses relativement hautes — « photopic eye » — en vision fovéale (1) le maximum de sensibilité rétinienne est vers $590-600^{m\mu}$. Ce qui coïncide avec le maximum de la courbe de distribution spectrale de l'énergie solaire après absorption atmosphérique.

A la lumière crépusculaire — « scotopic eye » — c'est-à-dire, dans l'adaptation aux faibles intensités et en fixant avec la périphérie de la rétine, la sensibilité est maxima pour les petites longueurs d'onde vers $500-530^{m\mu}$ précisément dans les régions spectrales où l'absorption par le pourpre est maxima. Si nous augmentons l'intensité lumineuse, et pour l'œil adapté à une lumière de plus en plus intense, le maximum de sensibilité se déplace vers $600-610^{m\mu}$, la visibilité augmente dans le rouge. Aux intensités juxta-liminales le maximum se déplace vers $500-480^{m\mu}$, la visibilité augmente dans le violet ; avec des intensités intermédiaires de lumière excitatrice et d'irradiation générale de la rétine, le maximum de sensibilité présente toutes les positions intermédiaires avec une valeur moyenne vers $550-560^{m\mu}$ pour des intensités moyennes d'excitation — locale et ambiante. Ce maximum de sensibilité correspond alors au centre de gravité de la distribution spectrale de l'énergie de la lumière solaire, pour une intensité moyenne à laquelle cette lumière apparaît blanche.

La coïncidence de la courbe d'absorption du pourpre des bâtonnets, de sa courbe de blanchissement par la lumière avec la courbe de sensibilité rétinienne en vision crépusculaire met en évidence le rôle capital des bâtonnets à ces

(1) En fixant avec la fovéa de sorte que les impressions rétinienne ont lieu sur la région centrale de la rétine.

faibles intensités et dans ces conditions d'irradiation générale de la rétine.

Suivant les conditions d'excitabilité — lumière solaire ou crépusculaire — la rétine a donc son maximum de sensibilité au centre, ou à la périphérie, dans la région où il y a seulement des cônes ou dans celle où dominent les bâtonnets.

Les images perçues quand l'excitation de la rétine est périphérique sont incolores lorsque l'intensité de la lumière est suffisamment faible; mais elles deviennent colorées dès que l'intensité devient supérieure à celle pour laquelle le seuil chromatique, pour les différentes radiations, ne peut être atteint.

Quand la fovéa et la macula sont excitées, les images, si l'intensité de l'excitant est insuffisante, sont aussi incolores : le seuil lumineux précède toujours le seuil chromatique, bien que pour les grandes longueurs d'onde — rouge — l'intervalle soit très petit. Les images sont achromatiques, même à des intensités suffisantes pour la vision des couleurs, quand la sensibilité des récepteurs est modifiée d'une façon accidentelle — les achromatopsies par répercussions de lésions intra-cérébrales et occipitales — ou bien se trouve anormale d'une façon permanente — les achromatopsies congénitales.

Malgré cette sensibilité élective des régions centrales et périphériques de la rétine pour les grandes et les petites longueurs d'onde respectivement, cependant, quand les intensités employées sont suffisamment grandes, la périphérie permet la vision des couleurs avec les grandes longueurs d'onde bien que le seuil chromatique s'élève beaucoup plus vite pour la couleur rouge que pour la couleur bleue en allant vers la périphérie (1). Entre 50° et 80° du point de fixation il faut plus d'énergie pour percevoir la couleur

(1) FERREE and RAND : *Psycho. Rev.*, 1919, vol. 26, p. 16-41.

rouge que pour percevoir la couleur bleue et inversement au centre de la rétine.

Dans les mêmes conditions d'excitation — l'adaptation à la lumière solaire — la périphérie présente une diminution de sensibilité relativement à la région centrale tant pour la vision achromatique que chromatique. Les seuils s'élèvent progressivement à mesure qu'on s'éloigne du centre. Au contraire, dans l'adaptation à l'obscurité, la périphérie, grâce à l'absorption des radiations de petite longueur d'onde par le pourpre des bâtonnets, est sensible électivement aux radiations absorbées (1) : ce qui constitue l'adaptation à la lumière crépusculaire. La région centrale est capable aussi de s'adapter aux faibles intensités de la lumière crépusculaire et nocturne — mais dans une très faible proportion (2) relativement à la région périphérique. Le rapport des sensibilités respectives des régions rétiniennes se trouve inversé : les seuils diminuent du centre à la périphérie. Cette sensibilité élective des régions centrales et périphériques pour les grandes et les petites longueurs d'onde respectivement — qui entraîne un déplacement du maximum de sensibilité de la rétine dans des conditions d'adaptation opposées — comporte, entre les valeurs extrêmes qu'elle présente dans ces deux états d'adaptation, des valeurs intermédiaires suivant les conditions d'excitation locale et ambiante.

Le passage d'une sensibilité élective à l'autre n'est pas brusque. La vitesse de l'adaptation à l'obscurité dépend des individus (3) et l'allure de la décroissance du seuil lumineux

(1) Phénomène de PURKINJE. Pour une égale luminosité fovéale avec le rouge et le bleu, la luminosité à la périphérie est dans le rapport de 1 à 2.900.

(2) D'après HECHT. La sensibilité des cônes par adaptation à l'obscurité deviendrait 17 fois plus grande. Pour les bâtonnets elle peut devenir 10.000 fois plus grande.

(3) D'après CHARPENTIER, la vitesse à un moment donné serait proportionnelle à la différence entre la valeur actuelle et finale du seuil lumineux.

est variable avec les sujets (1). En général, au bout de 16 à 25 minutes l'adaptation est suffisante.

L'hétérogénéité de la rétine apparaît non seulement par la comparaison des régions où les densités respectives des cônes et des bâtonnets sont les plus grandes, mais aussi par la variation irrégulière des seuils chromatiques du centre à la périphérie dans un même méridien de la rétine et dans deux méridiens différents : d'où les zones sensibles aux diverses radiations loin de coïncider, à égale énergie, se coupent très irrégulièrement suivant la valeur des seuils à l'endroit considéré (2). L'extension de ces zones n'est pas la même dans les régions temporales et nasales de la rétine.

Une conséquence de la variation irrégulière des seuils chromatiques du centre à la périphérie est le changement de ton des images chromatiques produites par une région spectrale à mesure que cette dernière excite des régions rétinienne plus périphériques.

Une plage entre 660 et 680^{mμ} apparaît rouge jusqu'à 60° dans le méridien nasal — puis orangée jusqu'à 86° dans la région où le seuil chromatique s'élève davantage pour les radiations qui produisent la couleur rouge que pour celles dont l'effet physiologique se traduit par l'aspect orangé — et réapparaît rouge jusqu'à l'extrême limite du champ visuel.

Une région peut être plus sensible à certaines radiations et moins sensible à d'autres. Le seuil chromatique peut être atteint, par exemple, dans une région pour des radiations de longueur d'onde 530^{mμ} non pour celles de longueur d'onde 650^{mμ} qui ne donnent alors qu'une image lumineuse : cécité élective pour la couleur rouge coexistant avec la vision de la couleur verte.

Cette hétérogénéité fondamentale dans un même méridien et dans des méridiens voisins ne permet pas de prévoir les

(1) La décroissance peut être rapide au début, puis lente — ou inversement. L'acuité visuelle ne varie pas dans le même sens que l'adaptation à l'obscurité.

(2) FERREE and RAND : *Psych. Rev.*, 1922, vol. 29, n° 6.

images lumineuses ou chromatiques dans une région, avec un excitant d'une intensité donnée, en partant des images obtenues avec un même excitant d'une même intensité dans une région déterminée et dans un certain état d'adaptation. Une détermination des seuils lumineux et chromatiques absolus et différentiels ou de la variation de l'intensité liminaire en fonction du temps d'action ne vaut que pour la région où la détermination a été faite.

La sensibilité élective des régions centrales et périphériques de la rétine est due, selon toute probabilité (1), aux récepteurs prédominants dans ces régions, récepteurs que nous pouvons considérer comme essentiellement différents malgré le changement morphologique des cônes fovéaux qui les rapproche beaucoup plus des bâtonnets que des cônes périphériques. Cette différence essentielle est confirmée par la différence d'allure de la décroissance des temps d'action liminaires en fonction de l'intensité quand des radiations de grande longueur d'onde sont employées en fixation fovéale, et des radiations de petite longueur d'onde — auxquelles les cônes périphériques sont peu sensibles — en fixation périphérique assurée.

Nous avons vu, en partant de la formule de l'énergie liminaire de Blondel-Rey : $it = a + bt$, que la décroissance des temps d'action en fonction de l'intensité se faisait en $\frac{a}{1-b}$.

C'est une décroissance, selon cette formule $\frac{a}{1-b} + K$, que présente aussi la variation des temps d'action liminaires en fonction de l'intensité de l'excitant, en excitation fovéale — où sont excités seulement des cônes — par la lumière rouge, tandis qu'en excitation périphérique, la décroissance devient un peu plus lente : $t = \frac{a}{1-b} + K$ (2).

(1) On ne peut, en effet, isoler complètement les bâtonnets périphériques des cônes qui se trouvent dans la même région, comme il est facile d'exciter seulement des cônes dans la fovéa.

(2) M. PIÉRON : *Année psychologique*, xx'.

Il est à remarquer que, lorsque la fixation n'est pas assurée, la variation reste de même sens et est différente pour les récepteurs différents, mais plus lente à la fois pour les cônes et les bâtonnets.

Cette décroissance plus rapide des temps d'action liminaires, en fonction de l'intensité de l'excitant, en excitation fovéale par la lumière rouge est en rapport avec l'établissement plus rapide, dans ces conditions, de la sensation lumineuse par l'action de radiations de grande longueur d'onde que par l'action des petites longueurs d'onde - - tandis que la vitesse d'établissement de la sensation lumineuse est plus grande pour les bâtonnets que pour les cônes en lumière monochromatique bleue et en excitation brève : les bâtonnets présentant une vitesse plus grande d'excitabilité que les cônes (1).

Le temps utile compatible avec l'intensité liminaire de base, ou temps le plus long pendant lequel des excitations peuvent s'ajouter efficacement, varie aussi pour les cônes fovéaux et les bâtonnets périphériques. Il est de 3 secondes pour les premiers, 0^s,17 pour les seconds.

La partie irréductible (K), même avec les plus fortes intensités, du temps total de réaction aux images lumineuses, est plus grande pour les bâtonnets que pour les cônes.

Dans l'adaptation à l'obscurité, en excitation indéfinie, elle est de 219 τ pour les cônes et de 302 τ pour les bâtonnets; en excitation brève 160 τ et 185 τ respectivement (2).

§ 2. - - L'intensité de l'excitant qui atteint la rétine varie non seulement en fonction du temps d'excitation pour atteindre le seuil lumineux, mais encore en fonction de la

(1) KLEITMAN et PIERON. --- C. R. Société de Biologie, 12 et 19 juillet 1934.

(2) M. PIÉRON, déjà cité. Le temps de réaction irréductible plus grand pour les récepteurs plus périphériques de la rétine paraît aussi en rapport avec la distance plus ou moins grande des récepteurs vis-à-vis de la papille.

surface excitée, du nombre plus ou moins grands de récepteurs affectés.

Dans l'adaptation à la lumière, la surface excitée a peu d'influence. L'effet surtout est sensible aux faibles intensités et varie avec la nature du récepteur.

Tandis que l'abaissement du seuil par l'augmentation de la surface excitée est presque nul dans l'adaptation à la lumière, aux faibles intensités et pour les petites surfaces en excitation fovéale, la sensibilité deviendrait proportionnelle à la surface : le produit de l'intensité par la surface serait une constante (1).

Dans l'adaptation à l'obscurité, la sommation spatiale est plus grande pour la périphérie rétinienne que pour le centre et à 20° du centre 7 fois plus grande pour les radiations de grande longueur d'onde — rouge — affectant surtout les cônes, que pour celles de petite longueur d'onde — bleu — au même endroit (2).

Si l'intensité liminaire diminue en fonction de l'augmentation de la surface, la quantité de l'excitant ($I \times S$) n'est pas constante. Si nous considérons des plages circulaires de lumière bleue agissant surtout, à 20° du centre, sur les bâtonnets et des plages de lumière blanche ou rouge affectant les cônes fovéaux, le produit de l'intensité liminaire par le diamètre de ces plages décroît à mesure que leur surface augmente, passe par un minimum et croît de nouveau. Ceci quand la durée d'excitation est indéfinie. Avec une durée limitée, plus la surface augmente et plus le temps liminaire est court ou plus, à temps égal, l'intensité liminaire est faible. Cet effet est sensible surtout aux temps courts. Avec des plages circulaires de diamètre 10^{mm}, 1^{mm},

(1) D'après CHARPENTIER, RICCO.

(2) M. PIERON. D'après PIPER, LOESER, etc., la sensibilité dans la périphérie adaptée à l'obscurité serait proportionnelle à la $\sqrt[2]{}$ de la surface ou à la valeur angulaire pour les objets sous-tendant un angle visuel inférieur à 10°.

et $0^{\text{mm}}5$, il faut respectivement des intensités de 4, 11, 30, pour les bâtonnets et des intensités de 21, 26, 57 unités d'intensité pour les cônes au bout de 10 σ . Cette influence de la surface sur l'intensité liminaire s'atténue aux temps longs, l'intensité s'abaisse encore avec l'augmentation de la surface jusqu'à une durée limite plus grande pour les plus petites surfaces.

Plus la surface augmente et plus le seuil chromatique aussi s'abaisse et plus grande est la distance à laquelle, en dehors du centre, une couleur est perceptible. Inversement la réduction de la surface excitée à $1^{\circ}5$ du centre élève le seuil chromatique et une image lumineuse seule est perçue. Cela permet, de même que la réduction du temps d'excitation, de déterminer la luminosité relative des radiations spectrales et la courbe de luminosité du spectre obtenue par cette méthode coïncide presque avec celles déterminées par les méthodes d'égale luminosité ou du papillotement dans l'adaptation à la lumière : le maximum est vers $600^{\text{m}\mu}$.

La diminution plus grande de l'intensité liminaire, en fonction de la surface, dans la périphérie est en rapport avec les connexions plus nombreuses entre les bâtonnets — et en général entre les récepteurs des régions périphériques, à l'aide des bipolaires géantes, des amacrines et des cellules d'association — qu'entre les cônes fovéaux en rapport chacun avec une seule bipolaire et une seule ganglionnaire. De plus, dans l'adaptation à la lumière, le pigment des cellules pigmentaires pénètre dans les prolongements de ces cellules entre les articles externes des cônes et vient isoler les uns des autres les récepteurs du centre de la rétine.

CHAPITRE II

L'image et l'état local des récepteurs.

§ 1. — La sensibilité élective des récepteurs rétinien pour des radiations spectrales différentes est mise en évidence non seulement par les cas extrêmes de variation de sensibilité des régions rétiniennes, dans des conditions d'irradiation générale et préalable différentes, et par l'allure dissemblable de la décroissance de l'intensité liminaire en fonction du temps d'action et de la surface excitée dans ces régions hétérogènes, mais aussi par la variation de sensibilité locale due à des excitations elles-mêmes locales.

Le phénomène physiologique déterminé par l'action de l'excitant demande pour disparaître, comme pour se produire, un certain temps. Après une période de croissance il atteint un régime stable après l'avoir auparavant légèrement dépassé. Il se maintient ainsi un certain temps et, si l'excitation n'est pas renouvelée, décroît progressivement. L'image qui en résulte varie parallèlement. Sa persistance est fonction de l'intensité de l'excitant, de la durée d'excitation, de la grandeur de l'aire excitée, de la région rétinienne affectée et enfin de la nature de l'irradiation générale préalable de la rétine. Elle varie en raison inverse de l'intensité de l'excitant et de la durée d'excitation.

La fréquence de succession des impressions — exprimée par le nombre de tours à la minute d'un disque en rotation moitié blanc, moitié noir — pour qu'aucune différence ne soit appréciable entre l'image qui persiste et celle résultant du passage actuel du secteur blanc — fréquence qui exprime en même temps la vitesse d'évanouissement des images successives — varie comme le logarithme de l'intensité de l'ex-

citant (1) $n = K \log I$ avec un éclairage de 0,25 à 12.800 bougies mètres. Au-dessous de 0,25 bougies mètres la constante K prend la moitié de sa valeur : ce qui correspond au changement de persistance quand les intensités s'abaissent (2). La persistance varie aussi en raison inverse de l'aire excitée ; d'après certains observateurs (3) elle décroît en proportion arithmétique quand l'aire croîtrait en proportion géométrique.

Elle dépend aussi des différences topographiques de la rétine et de l'adaptation rétinienne. Elle est plus grande à la fovéa qu'à la périphérie. Le papillotement des images lumineuses successives dû à leur persistance insuffisante et qui précède leur fusion complète est perçu plus longtemps en excitation périphérique qu'en excitation centrale (4).

La persistance des images varie aussi dans l'adaptation à l'obscurité. Elle est meilleure dans l'adaptation aux lumières moyennes qu'à l'obscurité complète qui augmente la sensibilité de la périphérie rétinienne. Elle varie donc en raison inverse de l'intensité « physiologique » (5) de l'excitant.

La modalité de l'excitant intervient également : La vitesse de rotation du disque pour fusionner des images successives jaunes est presque double de celle requise pour la fusion d'images violettes. La rapidité de la disparition des images concorde avec la vitesse d'établissement du phénomène physiologique dont dépend l'image. Les images qui dépendent des petites longueurs d'onde présentent une croissance plus lente, par suite une persistance plus longue

(1) Porter.

(2) Si on porte en ordonnée la fréquence nécessaire à la fusion et en abscisse le logarithme de l'intensité, on obtient 2 lignes droites de pentes différentes qui se rencontrent à environ 0,25 bougies-mètres.

(3) EXNER.

(4) Cela dans une observation momentanée car la périphérie se fatigue vite et devient moins sensible.

(5) C'est-à-dire de la valeur de l'excitant relativement à tous les facteurs dont dépend la sensibilité actuelle des récepteurs.

que celles qui dépendent des grandes longueurs d'onde. Le papillotement — dû à une différence encore appréciable entre les images successives — est perçu plus facilement s'il s'agit d'images rouges au centre et d'images bleues à la périphérie : c'est-à-dire dans les régions les plus sensibles respectivement aux radiations de grande et de petite longueur d'onde. La décroissance de la persistance de l'image, en fonction de l'intensité, dans l'excitation des cônes, présente la même allure que dans l'excitation des bâtonnets, tout en devenant plus rapide (1).

La fatigue produite par l'excitant, qui détermine l'insensibilité aux radiations qui ont agi — pendant un temps variable avec la durée de leur action — est plus rapide et dure moins longtemps pour les radiations les moins réfrangibles. Elle persiste davantage au centre qu'à la périphérie rétinienne.

§ 2. — Les images, conditionnées par la sensibilité des récepteurs prédominants dans les régions centrales et périphériques de la rétine, suivant les conditions d'irradiation générale préalable et la persistance locale des impressions rétiniennes, dépendent encore de la valeur relative des seuils lumineux et chromatiques (2), aux endroits considérés, pour les excitants qui viennent affecter successivement la même aire rétinienne.

L'action de l'excitant précédent se manifeste par la persistance de l'image — image consécutive positive — si cette action a été suffisamment intense ou si toute excitation ultérieure, sur la même aire, est soigneusement et totalement exclue — comme dans l'adaptation à l'obscurité — ou même si elle est exclue pendant un très court intervalle de temps suffisant pour révéler cette persistance, par exemple le temps

(1) D'après M. PIÉRON. La décroissance varie en raison inverse de la racine $\sqrt[4]{I}$ des intensités pour les cônes, de la $\sqrt[7]{I}$ pour les bâtonnets.

(2) C'est-à-dire du degré de sensibilité rétinienne.

de passage du secteur noir qui sépare les secteurs blancs des disques en rotation (1). Mais si un nouvel excitant succède immédiatement au premier, comme c'est le cas ordinaire dans la vision, l'action de l'excitant antérieur se révèle par une modification de la sensibilité pour l'excitant qui agit après lui sur la même plage rétinienne.

Si, après avoir fixé une plage lumineuse blanche assez intense, nous regardons un fond uniforme d'une luminosité moyenne, l'aire déjà affectée se manifeste par une image plus sombre que le reste du fond : c'est l'image consécutive négative due à une diminution de sensibilité locale, c'est-à-dire à une élévation du seuil lumineux rendue évidente par l'action, sur la même plage rétinienne, de l'excitant ultérieur. Le second excitant peut révéler une augmentation de sensibilité — abaissement du seuil lumineux — quand la première plage fixée est noire. L'aire qui a été ainsi précédemment soustraite à toute excitation — du moins intense — se manifeste sur le fonds lumineux ultérieurement fixé par une image plus lumineuse que le fond.

Si la première plage fixée est monochromatique le seuil s'élève pour les radiations de cette plage et se trouve relativement abaissé pour les radiations complémentaires contenues dans la lumière achromatique du fond fixé après la plage chromatique : il en résulte que la plage précédemment excitée donne lieu à une image qui paraît de couleur complémentaire de la première couleur. Si le fond ultérieurement fixé et qui sert de révélateur est de même couleur que la plage précédemment fixée, la plage rétinienne déjà excitée donne lieu à une image homochromatique mais moins saturée que la plage ambiante. Si le fond est de couleur complémentaire du premier excitant, l'abaissement du seuil chromatique pour les radiations complémentaires des pre-

(1) Dans ce cas l'image qui persiste apparaît différente de celle qui résulte du passage du secteur blanc, avant la fusion complète : ce qui produit le papillotement lumineux.

mières radiations excitatrices, dans l'aire déjà excitée, fait apparaître l'image qui correspond à cette aire d'une intensité très grande relativement au fond de même couleur sur lequel elle se détache.

L'action antérieure de la lumière achromatique fait paraître une plage colorée, actuellement fixée, plus saturée et l'action antérieure d'une plage obscure la rend au contraire moins saturée et plus lumineuse. C'est une conséquence de la diminution de sensibilité dans le premier cas et de l'augmentation dans le deuxième cas, qui se produisent dans la région déjà excitée, et, en modifiant la valeur du seuil pour les radiations chromatiques, altèrent l'aspect de l'image actuellement perçue.

Si l'action de l'excitant antérieur est très intense et suffisamment prolongée, la sensibilité rétinienne pour cet excitant est abolie pendant un temps plus ou moins long : l'excitant de même modalité paraît noir, la lumière achromatique paraît de couleur complémentaire, les radiations complémentaires sont perçues avec une intensité plus grande qu'elles ne le seraient normalement, et les autres radiations monochromatiques paraissent teintées de la couleur de la plage chromatique à laquelle la rétine a été préexposée, c'est-à-dire par l'image positive qui persiste. Si l'excitant très intense a été la lumière solaire achromatique — soit le disque solaire lui-même — et que la rétine soit maintenue à l'abri de tout excitant ultérieur — par exemple en maintenant les yeux fermés dans l'obscurité — la modification produite par les radiations de plus grande longueur d'onde disparaît la première et l'image persistante paraît verte (1), puis bleue au centre entourée d'aires concentriques respectivement vertes et rouges; enfin l'image centrale devient violette et les aires concentriques respectivement bleues et vertes. Si les yeux sont toujours à l'abri de la lumière ces images

(1) Si la lumière est peu intense la première image qui persiste paraît rouge.

s'évanouissent peu à peu et l'aire excitée paraît noire. Au moment où l'image paraît verte, si nous ouvrons les yeux, les radiations complémentaires de celles dont l'action persiste deviennent électivement efficaces sur l'aire déjà affectée et l'image perçue devient de couleur complémentaire, c'est-à-dire rouge ou pourpre. Si nous ouvrons les yeux quand l'image persistante est bleue, elle devient jaune ou orangée du fait de la même action élective des radiations complémentaires sur l'aire déjà excitée. Suivant la vitesse de décroissance des phénomènes physiologiques produits par les différentes radiations spectrales — vitesses propres à chacun d'eux permettant d'appréhender séparément les images qui en résultent quand ils décroissent comme lorsqu'ils croissent — on obtient des images persistantes différentes qui sont, dans l'ordre de rapidité décroissante de leur évanouissement ou, en d'autres termes, de leur persistance croissante : rouge, vert, bleu, violet — avec passages par les nuances intermédiaires. Et si un excitant secondaire achromatique — comme la lumière ordinaire du jour — affecte la même plage rétinienne, l'image qui résulte de cette excitation secondaire paraît de couleur complémentaire de celle qui persiste par suite de l'action électivement efficace, dans ces conditions, des radiations complémentaires de celles dont l'action persiste encore.

La persistance des impressions, variant suivant la topographie rétinienne, les images consécutives homochromatiques et complémentaires et leur durée plus ou moins grande dépendent de la région excitée.

§ 3. — La sensibilité du récepteur varie non seulement suivant la nature des excitants qui l'affectent successivement, mais encore avec la nature de ceux qui agissent simultanément sur lui.

Si toutes les radiations spectrales affectent simultanément la même aire rétinienne, il résulte des actions complémentaires, respectivement, de ces diverses radiations une

impression et une image qui ne traduisent plus la modalité des différents excitants : l'image est achromatique. Si deux plages spectrales différentes — soit $650^{\text{m}\mu}$ et $580^{\text{m}\mu}$ — agissent simultanément l'impression est telle que l'image est identique à celle conditionnée par des radiations d'une longueur d'onde intermédiaire. Si le rapport entre les longueurs d'onde des plages qui agissent est compris entre 1,33 et 1,19 les modifications physiologiques sont telles que l'image paraît achromatique. L'action simultanée de trois ou d'un plus grand nombre de régions convenablement choisies peut encore être telle que l'image résultante ne traduit pas la spécificité des excitants, cependant de modalités différentes. Cette neutralisation des aspects chromatiques par l'action simultanée de radiations différentes ne vaut que pour la région rétinienne où elle se produit, de même qu'elle n'est valable que pour l'intensité à laquelle on opère et pour la grandeur de l'aire affectée. Un mélange de rouge et bleu-vert, achromatique en excitation fovéale, paraît plus vert et plus brillant s'il agit sur la périphérie ; et, réalisé de telle sorte qu'il paraît achromatique en excitation périphérique, il devient rougeâtre et sombre s'il affecte le centre rétinien.

Si les excitants simultanés affectent des aires voisines, la sensibilité est modifiée respectivement pour chacun des excitants par celui qui agit sur l'aire contiguë.

Si nous considérons une plage lumineuse achromatique entourant une aire colorée de même luminosité, l'image colorée est peu modifiée. Mais si l'aire achromatique est plus lumineuse que l'aire colorée qu'elle entoure, elle produit dans l'aire rétinienne qu'affecte cette dernière une diminution de sensibilité et la couleur paraît obscurcie. Cela est évident surtout dans la périphérie rétinienne et aux faibles intensités compatibles avec l'adaptation à l'obscurité qui augmente la sensibilité de cette région et favorise ainsi la modification de l'excitabilité dans une aire par l'action simultanée d'un excitant dans une aire contiguë. Si l'aire ambiante est noire, l'aire chromatique entourée paraît éclairée, du fait de

l'augmentation de sensibilité produite par l'absence d'excitant ambiant; cela est surtout apparent au centre de la rétine et aux grandes intensités qui rendent plus sensibles l'absence d'excitant dans l'aire ambiante et la modification qui en résulte pour l'aire circonscrite (1).

Si nous fixons d'une façon prolongée une aire colorée sur fond lumineux achromatique, le seuil chromatique s'abaisse dans l'aire rétinienne affectée par la plage colorée pour les radiations complémentaires contenues dans la lumière achromatique diffusée par le fond lumineux sur cette aire. Il en résulte une image complémentaire qui se produit au fur et à mesure de la fixation et finit par diminuer l'intensité de la plage fixée.

Si nous enlevons alors la plage chromatique, l'image complémentaire apparaît seule d'autant plus intense que l'action de la plage colorée a été plus prolongée et que, de ce fait, le seuil chromatique s'est plus élevé pour elle. L'action prédominante des radiations complémentaires disparaît d'ailleurs progressivement et l'image complémentaire s'évanouit à mesure que le seuil chromatique s'abaisse pour les radiations qui ont précédemment agi et que la sensibilité se récupère pour toutes les radiations spectrales.

Si nous supprimons la lumière blanche diffusée par le fond lumineux sur l'aire excitée par les radiations monochromatiques et, par suite, les radiations complémentaires de ces dernières que cette lumière blanche contient, il ne se produit pas d'image complémentaire (2). Il suffirait pour obtenir le même résultat de supprimer dans la lumière diffusée par le fond les radiations complémentaires de la plage chromatique (3). Mais il est difficile de supprimer complètement

(1) FERREE : *Psychol. Rev.*, 1920, vol. 27, n° 5.

(2) FROELICH constate en effet que, après adaptation à l'obscurité, la couleur complémentaire peut faire défaut en vision fovéale.

(3) D'après Grijns, il ne se montre jamais, dans l'image consécutive négative, de couleur qui ne soit présente dans le fond sur lequel l'image apparaît. *Arch. néer. de Physio.*, 1922, VII.

dans la lumière achromatique toutes les radiations susceptibles de conditionner la couleur complémentaire de celle de la plage fixée. Car l'apparition de la couleur complémentaire dépend non seulement de la modalité de l'excitant, mais de sa valeur physiologique, c'est-à-dire de la sensibilité du récepteur vis-à-vis de lui au moment actuel. Ce n'est pas seulement une plage spectrale étroite qui peut donner la couleur complémentaire du rouge. Mais après avoir fatigué la rétine par les radiations qui conditionnent la perception de la couleur rouge, le seuil chromatique s'abaisse pour le vert dans des régions spectrales où n'est pas perçue ordinairement cette couleur : en D $589^{m\mu}$ où il est ordinairement plus élevé que le seuil pour le jaune et la couleur verte est perçue jusqu'en C $656^{m\mu}$ où le seuil est ordinairement plus bas pour les couleurs rouge et orangée que pour le vert.

De même dans les cas de fatigue par les radiations qui conditionnent la couleur verte, le seuil pour le bleu et le rouge s'abaisse dans la région spectrale intermédiaire entre celles qui donnent lieu normalement à ces aspects chromatiques — et le rouge et le bleu, non seulement se rencontrent dans le spectre, mais se recouvrent. Le seuil chromatique pour une couleur donnée peut donc être atteint dans des régions plus ou moins étendues suivant la valeur relative des seuils dans ces régions, à la fois pour la couleur considérée et pour celles que ces régions conditionnent normalement en l'absence de toute excitation antécédente (1). Il faut donc, quand on veut des radiations rigoureusement monochromatiques, choisir des plages étroites du spectre et dans une région telle que le changement de sensibilité rétinienne pour ces radiations ne puisse conditionner dans la même plage un aspect chromatique complémentaire. Il faut, par exemple, choisir pour le rouge une plage de longueur d'onde supérieure

(1) La modification produite par une plage spectrale étroite n'est pas une abolition de sensibilité pour cette plage ; mais la valeur relative des seuils est changée à cet endroit.

à la raie C 656^{mμ} qui est le point jusqu'où le seuil pour le vert peut s'abaisser suffisamment pour que cette dernière couleur y soit perceptible après fatigue par la couleur rouge.

Si nous ne considérons plus l'aire chromatique entourée par un champ lumineux ambiant, mais cette dernière surface, plusieurs cas peuvent se présenter. Si l'aire ambiante est noire et celle entourée rigoureusement monochromatique aucune image colorée n'est perçue autour de cette dernière. Si l'aire ambiante est un fond lumineux achromatique contenant des radiations susceptibles de conditionner la couleur complémentaire de celle de l'aire circonscrite, elle présente l'aspect complémentaire de celui de cette dernière aire. La lumière chromatique diffusée par l'aire colorée circonscrite sur l'aire ambiante, insuffisante pour atteindre le seuil chromatique dans cette région, suffit pour abaisser le seuil pour les radiations complémentaires contenues dans la lumière blanche de l'aire ambiante. Mais si l'intensité de l'aire colorée est suffisante, l'aire ambiante présente le même aspect chromatique, soit que la lumière chromatique diffusée sur cette aire atteigne le seuil, soit que la modification de l'aire circonscrite se propage de proche en proche (1).

Les couleurs complémentaires dites de contraste observées sur des aires contiguës sont, comme les couleurs complémentaires perçues sur la même plage fixée, un cas de la valeur relative des seuils chromatiques (2) pour les radiations qui affectent, soit simultanément, soit successivement une plage rétinienne donnée.

Il y a toujours une modification préalable de la sensibilité du récepteur pour certaines radiations et un excitant qui révèle — par son action différente de ce qu'elle serait normalement, c'est-à-dire sans excitation préalable — ce changement de sensibilité.

(1) FROELICH.

(2) En d'autres termes de la sensibilité relative de la plage rétinienne vis-à-vis des différentes radiations.

Si après avoir fixé un cercle lumineux, nous ne regardions pas un fond éclairé, la diminution de sensibilité à l'endroit affecté, vis-à-vis de la lumière du fond, ne se traduirait pas par un cercle plus sombre que le fond. En opérant dans l'obscurité, avec adaptation suffisante, l'image persistante du cercle dite « image consécutive positive » disparaît à mesure que la sensibilité redevient, dans la partie excitée, semblable à celle des parties non excitées de la rétine. De même la diminution de sensibilité pour une plage chromatique se révèle, au fur et à mesure de la fixation, par un abaissement progressif du seuil chromatique sur la même plage rétinienne pour les radiations complémentaires incidentes contenues dans la lumière achromatique diffusée par le fond lumineux sur cette plage.

En supprimant l'excitant révélateur de la modification de sensibilité, ici la lumière blanche diffusée ou les radiations qu'elle contient susceptibles de révéler cette modification par l'abaissement du seuil qui en résulte pour elles, dans cette région, nous supprimons la couleur complémentaire. Le récepteur est devenu sensible, électivement, aux radiations dont l'effet physiologique est de sens opposé à la première modification subie et la lumière achromatique agit comme si elle ne contenait que les radiations complémentaires de celles qui ont été d'abord efficaces.

Il en est de même des couleurs complémentaires dites de contraste, qui deviennent perceptibles sur des aires contiguës à la plage colorée fixée. Elles disparaissent si nous supprimons dans la région ambiante les radiations susceptibles de révéler, par l'abaissement de leur seuil chromatique, l'élévation du seuil pour les radiations diffusées par la plage chromatique sur l'aire ambiante. Les radiations chromatiques diffusées sur l'aire ambiante, bien qu'insuffisantes pour être perçues, abaissent le seuil pour les radiations complémentaires, de même que dans une aire où le seuil chromatique ne peut être atteint, par exemple, pour le rouge — cécité élective pour cette couleur — l'action des radiations de lon-

gueur d'onde correspondant normalement à cet aspect chromatique suffit à rendre perceptibles, dans cette aire, les radiations complémentaires contenues dans la lumière blanche incidente (1).

L'effet produit par un excitant affectant avec une intensité donnée une certaine surface d'une région déterminée de la rétine dépend donc à la fois de la sensibilité élective générale de cette région pour les radiations spectrales, suivant les conditions d'irradiation générale préalable — adaptation à la lumière ou à l'obscurité — et de la modification de sensibilité locale de l'aire affectée, par suite des excitations précédentes de la même aire. La nature, l'intensité, la durée de ces modifications varient avec la nature, l'intensité, le temps d'action de l'excitant préalable ainsi qu'avec la région affectée, l'état d'adaptation et l'intervalle qui sépare l'excitation actuelle de celle qui l'a précédée. Il n'y a pas de loi simple qui puisse relier l'intensité ou l'énergie physique de l'excitant atteignant la rétine au phénomène physiologique produit et encore moins à l'image perçue. L'intensité, comme la modalité de l'image dépendent de la valeur (2) de l'énergie de l'excitant relativement à l'excitabilité actuelle du récepteur. Une plage lumineuse très intense peut avoir une valeur physiologique faible après une forte excitation préalable — et, inversement, un excitant de faible intensité peut présenter une valeur physiologique très grande et conditionner une image d'une luminosité relativement intense dans l'adaptation à l'obscurité complète. De même, une lumière de longueur d'onde correspondant à la couleur rouge peut paraître noire après excitation intense et prolongée par cet excitant — insensibilité totale pour ces radiations — et une lumière achromatique paraîtra verte dans le même cas, du fait de l'abaissement relatif du seuil chromatique pour les radiations correspondant à la couleur verte, contenues dans la lumière blanche.

(1) FERREE : *Psychol. Rev.*, 1917, vol. II, n° 4.

(2) Ce qu'on appelle ordinairement « intensité physiologique ».

CHAPITRE III

L'aspect spécifique de l'image et les récepteurs.

La variation de la valeur physiologique d'un excitant, suivant les conditions d'excitation, est considérable, et, en conséquence, la variation des images perçues est extrême. Mais la cause de la modification de l'excitabilité du récepteur — d'où résulte la variation de l'efficacité de l'excitant ultérieur — comme aussi la cause qui vient révéler cette modification, est extérieure à l'organe. Il n'y a pas trois sortes de fibres dont l'excitation séparée produirait les couleurs dites « fondamentales » (1) et l'excitation simultanée la couleur blanche et qui, excitable à divers degrés par toutes les radiations, mais davantage par certaines longueurs d'onde, seraient plus excitable par les radiations complémentaires après excitation par des radiations d'une longueur d'onde ou d'une fréquence vibratoire données (2). Il n'y a pas trois substances de constitution chimique instable (3) subissant sous l'influence des différentes radiations des changements kataboliques (dissimilation) et anabolique (assimilation) correspondant aux couples de couleurs complémentaires :

(1) Quelles que soient les couleurs choisies, rouge, jaune, bleu, ou rouge, vert, violet.

(2) YOUNG, HELMHOLTZ.

(3) HERING. La rétine ne présente que deux catégories de récepteurs et deux substances photo-sensibles différentes : le pourpre des bâtonnets et la substance photo-sensible des cônes qui conditionne une sensibilité dont le maximum se trouve vers les grandes longueurs d'onde : $554\text{m}\mu$, d'après Hecht, au lieu de $506\text{m}\mu$ pour le pourpre.

rouge-vert, jaune-bleu et au couple blanc-noir. Les couleurs dites fondamentales ne sont que des nuances isolées parmi celles, discontinues, sous lesquelles nous apparaît l'action des radiations lumineuses, et leur faire correspondre des fibres, des substances, des appareils rétino-cérébraux distincts, excités d'une façon privilégiée suivant la longueur d'onde, c'est transporter en physiologie une distinction qui est purement psychologique et devient, du point de vue physiologique, purement arbitraire. La distinction des nuances différentes est due à notre appréhension discontinue, à l'existence du seuil absolu et différentiel pour les images lumineuses et chromatiques : le phénomène physiologique provoqué par les radiations lumineuses, quand nous passons d'une région spectrale à une autre voisine, n'est pas pour cela discontinu et il n'est pas davantage fonction de trois variables que la région visible du spectre ne présente que trois longueurs d'onde. L'arbitraire de cette théorie apparaît quand il s'agit de choisir les trois variables dont dépendraient une excitation et, par suite, une image donnée (1).

Supposer un mécanisme spécial pour trois images chromatiques ou pour certains couples de complémentaires, parmi les nuances discontinues de notre perception, c'est une schématisation commode mais arbitraire et en désaccord avec les faits. C'est trop peu pour rendre compte de la complexité des expériences psychologiques car trois fondamentales, quelles qu'elles soient, ne peuvent produire par leur mélange toutes les couleurs spectrales avec la saturation et la nuance qu'elles devraient avoir (2).

En outre, certains cas de cécité élective pour le bleu et le jaune laissent subsister la vision de beaucoup de nuances (3)

(1) On peut choisir celles qu'on veut à condition qu'aucune d'elles ne soit obtenue par le mélange des deux autres.

(2) La couleur obtenue par le mélange est souvent moins saturée que celle du spectre ; de plus, la nuance obtenue n'est telle que pour l'intensité à laquelle on opère.

(3) Clare Mabel Williams.

alors que, dans l'hypothèse des processus spéciaux, soit pour les couples de complémentaires, soit pour les couleurs dites fondamentales, le sujet ne devrait percevoir, outre le rouge et le vert, que le blanc puisqu'il ne pourrait percevoir que deux complémentaires. Et postuler ce nombre quoique restreint de processus différents ou de parties différentes dans la rétine, excitables à divers degrés par toutes les radiations, mais davantage par des radiations d'une certaine longueur d'onde, c'est trop si nous tenons compte de la constitution de la rétine. L'histologie de la rétine ne révèle pas trois substances qui subiraient des processus d'assimilation et de dissimilation conditionnant l'apparition de la couleur complémentaire après celle d'une couleur donnée. La substance qui a pu être étudiée, le pourpre des bâtonnets — dont la courbe d'absorption coïncide avec la courbe de sensibilité rétinienne en vision crépusculaire — ne donne pas lieu par sa décomposition ni par sa régénération à des couleurs complémentaires l'une de l'autre, ni à une couleur privilégiée qui puisse être regardée comme fondamentale. L'image achromatique perçue aux basses intensités des excitants, dans le mode de vision que conditionne le pourpre rétinien, est en réalité grise bleuâtre ou violacée suivant les observateurs (1). Elle devient chromatique quand l'intensité de l'excitant devient suffisante et présente un aspect chromatique différent suivant la modalité de ce dernier et les conditions d'excitation de l'aire affectée.

Cette substance des bâtonnets, dans l'adaptation à la lumière, n'exclut pas la vision des couleurs quand les inten-

(1) SIVEN et WENDT. Observations concordantes de Von Kries, Nagel, Kroh, Tscherning). Vu la très grande sensibilité de la région périphérique, une très faible intensité suffit à atteindre le seuil lumineux qui devient relativement très bas. Mais cette intensité est insuffisante pour atteindre le seuil chromatique. La valeur lumineuse des couleurs dans la périphérie coïncide avec leur luminosité avec des temps et des champs minima, c'est-à-dire avec la plus petite durée ou la plus petite surface avec lesquelles elles puissent donner une image lumineuse.

sités des sources monochromatiques employées sont suffisantes dans la région périphérique où se trouvent les bâtonnets. Elle paraît conditionner non la vision achromatique, mais la sensibilité élective des bâtonnets pour les petites longueurs d'onde, puisque ces récepteurs sont sensibles au maximum aux radiations qui sont absorbées par le pourpre : En sorte que cette substance, en sélectionnant les radiations de petites longueurs d'onde, auxquelles les récepteurs périphériques sont le plus sensibles dans la vision crépusculaire (1), conditionne la vision à basse intensité avec une certaine distribution spectrale de l'énergie des radiations lumineuses plutôt qu'elle ne conditionne l'action d'un excitant d'une certaine modalité privilégiée et par suite une image chromatique déterminée.

L'histologie ne permet pas de retrouver trois sortes de fibres qui, excitables électivement par certaines radiations, conditionneraient des images colorées fondamentales mais seulement des fibres d'une section plus ou moins grosse qui sont les cylindres axes des ganglionnaires en rapport avec les cônes et les bâtonnets par l'intermédiaire des cellules bi-polaires (2). Les fibres de la région fovéale sont en rapport avec une seule bipolaire et un seul cône; celle de la partie périphérique de la rétine, au contraire, sont, grâce aux ramifications très étendues des bipolaires géantes, en contact avec plusieurs récepteurs, avec plusieurs bâtonnets ou plusieurs cônes, voire même à la fois avec des cônes et des bâtonnets; dans la périphérie en outre, des cellules d'association assurent la diffusion de l'influx développé dans un point déterminé de la rétine entre les différents circuits associés. Ces cellules d'association disparaissent tout à fait

(1) Que la décomposition du pourpre constitue l'excitation ou conditionne un phénomène subséquent qui serait cette excitation, son rôle, dans la vision, vis-à-vis de l'excitant, reste le même.

(2) Les cônes diminuant à mesure qu'on s'éloigne du centre, les fibres qui leur correspondent deviennent de moins en moins nombreuses.

au centre et, en même temps que les circuits fonctionnels s'isolent, ils se multiplient : les ganglionnaires comme les cônes fovéaux augmentent en nombre et diminuent de volume.

La seule distinction légitime est donc celle des fibres centrales en rapport seulement avec les cônes fovéaux — et celle des fibres périphériques en contact avec plusieurs bâtonnets et plusieurs cônes.

Le fond et les bords de la fovéa fournissent un faisceau de fibres qui entre dans la papille en formant un secteur infero-externe à base périphérique et vient occuper le centre du nerf optique. Ce faisceau garde cette situation dans la bandelette optique, donne au chiasma des fibres directes pour l'hémisphère du même côté et des fibres croisées allant à l'hémisphère du côté opposé, tandis que les fibres périphériques, issues du côté temporal de la rétine sont presque exclusivement des fibres directes allant à l'hémisphère du même côté et celles issues du côté nasal de la rétine, presque exclusivement des fibres croisées, allant à l'hémisphère du côté opposé.

Les fibres fovéales et périphériques se rendent à des points différents de l'écorce, les premières à la pointe du lobe occipital, les secondes à la scissure calcarine et à des territoires adjacents — cunéus et lobe lingual (1). Tandis que les fibres issues des moitiés homonymes (2) des rétines, par exemple le faisceau direct venant de la partie droite (temporale) de la rétine droite et le faisceau croisé venant de la partie droite (nasale), de la rétine gauche, se rendent à un seul hémisphère — dans ce cas l'hémisphère droit — le faisceau fovéal de chaque rétine envoie des fibres à chacun des hémisphères. Il en résulte qu'une lésion dans l'écorce calcarine d'un hémisphère entraîne des hémianopsies homo-

(1) MARIE, CAJAL, HOLMÈS.

(2) Ces fibres venant des demi-rétines homonymes droites ou gauches sont dites « correspondantes ».

nymes dans les deux champs visuels et que la vision maculaire n'est détruite dans un champ visuel que si le territoire correspondant dans les deux hémisphères est lésé à la fois (1).

Les fibres issues des héli-rétines « correspondantes » ne vont pas se terminer autour des mêmes neurones dans les corps genouillés externes, mais entourent de leurs arborisations terminales des neurones situés dans des couches voisines. Les corps genouillés sont divisés en couches et cette stratification est due précisément à la terminaison séparée des fibres rétiniennes directes et croisées, venant des héli-rétines « correspondantes » droites ou gauches (2).

Les fibres géniculo-occipitales sont disposées de telle sorte que celles qui sont voisines restent voisines; aussi, une lésion de ces fibres produit une dégénérescence symétrique dans les couches voisines du corps genouillé et des scotomes hémianopsiques correspondants dans les champs visuels. Au contraire quand la lésion est occipitale les scotomes dans les champs visuels ne sont pas toujours congruents et les dégénérescences, dans le corps genouillé, ne se produisent pas toujours dans des couches contiguës. Les fibres correspondantes issues des régions voisines du corps genouillé ne se terminent donc pas dans des région voisines de l'écorce occipitale ni autour des mêmes neurones dans une même région : ce qui provoquerait des scotomes nécessairement correspondants dans les champs visuels et des dégénérescences symétriques dans les couches voisines des corps genouillés. Les radiations de Gratiolet correspondantes se terminent autour de neurones distincts, mais ne forment pas des champs séparés et contigus comme les neurones autour desquels se terminent les fibres rétiniennes correspondantes dans les corps genouillés. Il en résulte une facilité plus grande des connexions entre certaines fibres, et par suite

(1) .P. MARIE, MORAX.

(2) MINKOWSKI : *Encéphale*, 1922, 2, 17.

certaines parties de la rétine, et certaines cellules de l'écorce. Outre ces circuits fonctionnels, le ruban de Vicq d'Azyr (1) permet l'irradiation de l'influx et assure le fonctionnement quand certaines voies géniculocorticales sont lésées. Nous pouvons donc seulement distinguer, issues des cellules ganglionnaires de la rétine, des fibres en rapport avec des régions rétinienne périphériques, les unes directes — faisceau temporal — les autres croisées — faisceau nasal; et des fibres directes et croisées en rapport avec la région fovéale. Le circuit fonctionnel formé par chacun de ces faisceaux directs et croisés reste indépendant jusque dans l'écorce calcarine et les fibres « correspondantes » qui se rendent à un même hémisphère ne se terminent pas autour des mêmes cellules corticales, sans que cependant les circuits fonctionnels ainsi formés soient anatomiquement et absolument isolés les uns des autres.

Cette distinction de fibres centrales fovéales — ou si l'on veut parafovéales et même maculaires (2) — et de fibres périphériques constituant des circuits isolés fonctionnellement, mais non d'une façon absolue ne répond pas à la distinction des couleurs « fondamentales » ni complémentaires.

Elle ne répond pas davantage à la différence entre images chromatiques et images achromatiques. Comme nous l'avons vu, si les cônes fovéaux et parafovéaux, en rapport avec les fibres centrales, permettent la vision chromatique dans les conditions normales d'adaptation à la lumière solaire et avec des intensités suffisantes de l'excitant, ils ne donnent lieu qu'à une image lumineuse quand l'intensité de l'excitant est au-dessous du seuil chromatique. Ils peuvent même avec des intensités qui seraient normalement au-dessus de ce seuil ne permettre que la vision achromatique quand l'excitabilité du circuit fonctionnel formé par les récepteurs et

(1) Ou raie de Gennari formée par les terminaisons des radiations de Gratiolet dans la 4^e et 5^e couches de l'écorce « visuelle ».

(2) Bien que la macula renferme quelques bâtonnets au delà d'une aire d'environ 3°3'.

les conducteurs est anormale d'une façon accidentelle ou congénitale.

D'un autre côté, si les bâtonnets et les fibres périphériques en rapport avec eux ne donnent lieu, aux faibles intensités de l'excitant compatibles avec l'adaptation à la lumière crépusculaire ou à l'obscurité, qu'à des images achromatiques, ils permettent la vision des couleurs quand les intensités employées sont suffisantes. De plus, dans la vision crépusculaire, alors que la vision des couleurs n'est plus possible avec les radiations des plus grandes longueurs d'onde, le bleu et le violet sont encore perçus entre 50 et 80° du centre. Dans les affections des bâtonnets — l'héméralopie, l'intoxication par la santonine — la vision du violet est abolie. Enfin les régions rétiniennes centrales et périphériques donnent également lieu à des images achromatiques sous l'action simultanée de toutes les radiations spectrales ou de deux ou trois régions convenablement choisies à cet effet.

La distinction anatomique des fibres maculaires et des fibres périphériques correspond à la sensibilité élective des régions rétiniennes, avec lesquelles ces fibres sont en rapport, pour les radiations respectivement de grandes et de petites longueurs d'onde, sensibilité élective qui devient maxima dans l'adaptation à la lumière solaire d'une part, crépusculaire d'autre part, que caractérise une distribution spectrale différente de l'énergie relative des radiations lumineuses.

Dans l'adaptation à la lumière solaire et pour les fortes intensités, la sensibilité rétinienne est maxima pour la région spectrale où la courbe de distribution des énergies relatives des radiations lumineuses atteint son maximum vers 590-610^{mμ}. Cela dans la région maculaire et d'autant plus près de la fovéa qu'il s'agit d'un excitant de plus grande longueur d'onde. La sensibilité rétinienne au contraire, dans l'adaptation à la lumière crépusculaire et avec des intensités de l'excitant juxta-luminaire devient maxima pour les petites

longueurs d'onde vers 490-500 μ , et cela dans la région périphérique entre 10 et 20° du centre. Pour une égale luminosité fovéale d'une plage rouge et d'une plage bleue, la luminosité dans la périphérie, à 10° de la fovéa — côté nasal — est dans le rapport de 1 à 2.900.

Dans des conditions optima d'excitabilité — d'intensité de l'excitant et d'irradiation préalable de la rétine — la sensibilité élective des cônes fovéaux et des bâtonnets périphériques devient maxima, respectivement, vers 600-610 μ et vers 480-500 μ , c'est-à-dire pour des radiations dont le rapport est celui qui caractérise les radiations complémentaires et qui agissent comme telles sur la rétine. Nous pourrions dire que ces sensibilités électives, dans les conditions optima où elles se manifestent, sont complémentaires, s'il était possible de donner aux récepteurs une épithète qui ne convient qu'à l'action de l'excitant sur ces récepteurs. Cette sensibilité maxima, pour certaines régions du spectre, des récepteurs différents et différenciés que sont les cônes et les bâtonnets, permet à la spécificité de l'excitant de se révéler à notre appréhension sous un aspect coloré spécifique, caractéristique d'une longueur d'onde ou d'une fréquence vibratoire données, comme la sensibilité générale de ces récepteurs pour les radiations spectrales permet à ces dernières de se manifester à notre perception sous forme d'images visuelles, spécifiquement distinctes en tant que « visuelles » des autres formes de la perception, conditionnées par l'action d'excitants différents sur des récepteurs autrement différenciés et sensibles à l'action de ces excitants différents.

La sensibilité élective du récepteur différencié ne crée pas la modalité de l'excitant ni la spécificité de l'image lumineuse ou chromatique dont elle conditionne la possibilité. En d'autres termes, il n'y a pas d'énergie spécifique des nerfs ou des récepteurs en ce sens que ces derniers « créeraient » (1) la spéci-

1) Suffiraient à déterminer l'aspect de l'image quel que soit l'excitant employé. L'électricité, qui est un excitant général des nerfs, si

ficité de l'image perçue. Leur différenciation, dont dépend leur sensibilité sélective pour l'excitant lumineux et élective pour certaines longueurs d'onde de cet excitant, permet seulement à l'excitant spécifique d'agir dans des conditions optima d'excitabilité déjà définies et à l'image d'être perçue avec son aspect également spécifique qui la distingue à la fois des autres images, c'est-à-dire dans un même genre, et des aspects appréhendés dans les autres modes de la perception.

Cette sensibilité élective des récepteurs différenciés pour des radiations lumineuses de longueurs d'onde différentes, ne peut être assimilée à celle des résonateurs qui ne répondent qu'à une certaine fréquence vibratoire : car elle est soumise à des conditions physiologiques de densité spatiale et temporelle de l'énergie des radiations lumineuses, de topographie rétinienne, d'irradiation générale préalable de la rétine, d'ordre successif ou simultané des excitants sur la même plage rétinienne ou sur des plages contiguës, conditions qui peuvent rendre cette sensibilité élective maxima ou la diminuer jusqu'à la rendre presque nulle et, dans un même état d'adaptation, changer la valeur relative des seuils pour les différentes radiations dans un endroit considéré : dans l'adaptation à l'obscurité complète la vision est presque impossible avec la fovéa; dans l'adaptation à la lumière solaire de grande intensité, la périphérie est beaucoup moins sensible que la région maculaire même aux radiations de petites longueurs d'onde auxquelles, en vision crépusculaire ou nocturne, elle se montre électivement sensible; enfin, suivant l'excitation préalable d'une aire rétinienne, l'ensemble des radiations peut se traduire par une image colorée, comme si la lumière achromatique excitatrice ne contenait que les radiations complémentaires de

souvent indiqué à l'appui de la théorie de l'énergie spécifique, n'est un excitant général des nerfs que parce que l'influx développé par l'excitant spécifique a, lui-même, une forme électrique. Cet exemple ne constitue donc pas une preuve de la théorie.

l'excitant préalable. Ces conditions physiologiques rendent incertaine et illégitime toute déduction de l'intensité comme de la modalité de l'excitant à partir de l'image perçue (1), de même que toute déduction de l'intensité et de la modalité de l'image en partant de l'énergie de l'excitant et de sa longueur d'onde : une loi psycho-physique est à tous égards impossible.

Tout aussi impossible est la déduction de la spécificité de l'image en partant de la structure du récepteur différencié ou des processus physiologiques spécifiques déterminés à divers degrés par les excitants : car la sensibilité élective des récepteurs suppose la modalité différente des excitants et n'est élective que relativement (2) à ces modalités différentes. La différenciation du récepteur rend compte de la sensibilité élective pour un certain genre d'excitants et pour les modalités différentes dans un même genre. Par exemple, l'absorption élective de certaines radiations par le pourpre des bâtonnets explique la sensibilité élective de ces derniers pour les radiations absorbées, de même que les conditions variables de l'excitation du récepteur expliquent les modifications de cette sensibilité élective. Mais la différenciation des récepteurs ne rend pas compte de ce qui exige, pour être perceptible, cette sensibilité élective : à savoir les excitants différents et les modalités différentes des excitants dans un même genre. Ce n'est pas que l'aspect de l'image perçue puisse exprimer la modalité de l'excitant, mais la différence d'aspect de l'image révèle une différence dans les longueurs d'onde et les fréquences vibratoires des radiations lumineuses, de la même façon qu'une image visuelle nous révèle, non la spécificité de l'excitant dans cette forme de perception, mais sa modalité en tant que distincte de celle d'un

(1) La perception de l'image exige une modification liminaire variable suivant l'état actuel du récepteur, absolue ou différentielle : l'image ne peut donc se déduire directement de l'excitant, ni inversement.

(2) Parce qu'il y a des modalités différentes de l'excitant.

excitant d'une longueur d'onde et d'une fréquence vibratoire différentes agissant sur d'autres récepteurs et perceptibles sous l'aspect sonore. Omettre les conditions d'excitabilité du récepteur et les changements de cette excitabilité — qui peut, suivant les conditions d'excitation, varier du maximum au minimum — est l'erreur capitale des psychophysiciens ; mais l'erreur est aussi grave de chercher dans la nature différenciée des récepteurs ou dans la nature des processus physiologiques qui s'y développent la raison ultime des aspects différents de l'objet de la perception, comme si la sensibilité des récepteurs n'était élective et les processus développés, différents, que parce qu'il y a des excitants de modalités différentes agissant sur ces récepteurs de sensibilité élective, modalités différentes dont nous prenons conscience, c'est-à-dire connaissance, en tant que différentes les unes des autres sous les aspects différents de l'image dans des conditions optima d'excitabilité.

QUATRIÈME PARTIE

L'IMAGE ET LES ARCS NERVEUX RÉTINO-MOTEURS

CHAPITRE PREMIER

L'intégrité des conducteurs et la sensibilité des récepteurs.

Il nous reste à envisager les arcs nerveux sensori-moteurs, dont les branches afférentes — issues des ganglions nerveux périphériques, que sont les rétines — s'articulent à des niveaux différents — cerveau moyen, couche optique, écorce — avec les branches efférentes agissant sur les noyaux moteurs de la tête et des yeux (1).

La branche afférente est formée par les cylindres-axes des cellules ganglionnaires de la rétine, en rapport, par l'intermédiaire des cellules bipolaires, avec les récepteurs différenciés. Les axones réunis en paquets circulent entre les cellules névrogliques, convergent vers la papille, où chacun d'eux, qui n'émet pendant son trajet dans la dixième couche de la rétine aucune collatérale, s'entoure d'un manchon de myéline et devient une fibre du nerf optique. Chacune de ces fibres garde dans le nerf et les bandelettes optiques une situation correspondant à celle de la ganglionnaire dont elle pro-

(1) Voir première thèse, chapitre premier.

vient : celles issues de la région maculaire forment un courant qui pénètre dans la papille à la partie inféro-externe, se place au milieu du nerf optique et conserve cette position dans le chiasma et les bandelettes optiques, tandis que les fibres issues des parties latérales de la rétine occupent les parties latérales : les fibres directes venant de la région temporale, la partie latérale externe, les fibres croisées venant de la région nasale, la partie latérale interne. Après le chiasma les fibres directes et croisées issues des demi-rétines homologues — fibres dites correspondantes et qui forment la partie latérale de la bandelette optique — vont se terminer comme nous l'avons déjà dit dans des couches voisines du corps genouillé externe qui s'engrènent très intimement (1).

Les fibres qui prennent naissance dans les couches voisines des corps genouillés — ou radiations de Gratiolet — gardent la même position relativement les unes aux autres, mais ne se terminent pas, dans l'écorce calcarine, autour des mêmes neurones, ainsi qu'en témoignent les scotomes incongruents dans les champs visuels dans certains cas de lésions occipitales ou de lésions centrales des radiations optiques (2).

Des fibres centrifuges, issues de l'écorce calcarine ou des régions voisines en rapport avec cette dernière, vont se terminer dans les corps genouillés, les pulvinares et en particulier dans les tubercules quadrijumeaux antérieurs (3), et, par l'intermédiaire de ces derniers, agissent sur les noyaux moteurs oculaires, à savoir : sur les noyaux du moteur oculaire commun et du pathétique, dans le cerveau moyen, dont le premier innerve les muscles oculaires droit supérieur.

(1) Chez le chat et le singe les fibres directes se terminent dans une couche centrale et les fibres croisées dans des couches périphériques et dans une couche intermédiaire, en rapport avec ces couches périphériques (MINKOWSKI, *Encéphale*, 1922, 2).

(2) Les scotomes sont au contraire congruents quand les radiations de Gratiolet sont lésées sur leur trajet.

(3) CAJAL, t. II, p. 186.

droit inférieur, le muscle oculaire droit interne, le petit oblique ainsi que les muscles intrinsèques de l'œil et le second, le grand oblique -- et sur les noyaux du moteur oculaire externe, dans le bulbe, qui agit sur le muscle oculaire externe.

Ces noyaux moteurs, et, en particulier, celui du moteur oculaire externe, peuvent être innervés par l'intermédiaire des fibres acoustiques et vestibulaires : d'où les mouvements réflexes des yeux et de la tête sous l'influence d'excitations vestibulaires et les mouvements des yeux, de la tête et du tronc quand nous entendons du bruit (1).

Les noyaux moteurs oculaires sont aussi excités par des fibres pyramidales comme en témoignent les mouvements intentionnels des yeux. Enfin l'excitation de la rétine par les radiations lumineuses, de même que l'irritation des terminaisons de la branche ophtalmique du trijumeau dans la cornée et la conjonctive peuvent, grâce aux rapports qui existent entre le noyau rouge (2) et le noyau du facial, d'une part, entre les fibres sensitives du trijumeau et ce même noyau, d'autre part, provoquer d'une façon réflexe le clignement des paupières.

Les fibres de ces arcs sensori-moteurs sont, comme toutes les fibres nerveuses, constituées par les cylindres axes ou « axones » des cellules nerveuses contenant le noyau et appelées, pour cette raison, périkariones. Ces axones sont formés d'un protoplasme différencié, homogène (3) optiquement vide (4) entouré d'un manchon de substance lipodique

(1) Ces mouvements, dans ce cas, ne sont plus des réflexes. Il faut avoir entendu et avoir localisé la source sonore pour se retourner ou regarder dans une direction plutôt que dans une autre.

(2) Qui reçoit des collatérales de la voie optique réflexe et croisée, descendant des tubercules quadrijumeaux, et donne lui-même naissance au faisceau de Monakow, lequel envoie des collatérales au noyau du facial.

(3) Les fibrilles décrites sont produites par l'action des réactifs employés sur les albuminoïdes.

(4) Eclairé transversalement — à l'ultra-microscope — il ne présente aucune particule susceptible de réfléchir les rayons lumineux.

isolante ou myéline, et défini fonctionnellement par la propriété qu'il a de conduire, de proche en proche, la perturbation produite en l'un de ses points par un excitant adéquat.

Par endroits, la gaine de myéline se replie sur elle-même et une autre commence : ce qui constitue les étranglements de Ranvier. Par intervalles se rencontrent les incisions de Lantermann dont le rôle n'est pas très connu. Extérieurement à la gaine de myéline se trouve une membrane d'une grande ténuité — membrane de Schwann — qui ne devient visible que si l'on dissout la myéline. Entre l'axone et cette dernière il y a une couche très mince de protoplasme indifférencié — ou gaine de Mauthner — communiquant avec l'extérieur par les incisions de Lantermann.

A l'intérieur de ces gaines et protégé par elles, le cylindre axe est ininterrompu. Il est sous la dépendance du péricarione qui constitue un centre trophique. Séparé de ce centre trophique il meurt (1) mais il peut se régénérer à partir du péricarione, si ce dernier n'est pas atteint; dans le cas contraire, le péricarione se résorbe aussi. Dans la régénération de l'axone, le noyau se porte vers le point du péricarione où le cylindre axe prend naissance; les grains susceptibles de se colorer par les réactifs — ou substance chromatique (2) — disparaissent momentanément, puis se reproduisent.

Les axones des ganglionnaires de la rétine qui, après s'être entourés de myéline après leur entrée dans la papille, forment le nerf optique, constituent, relativement aux récepteurs différenciés — cônes et bâtonnets — des conducteurs indifférenciés, non excitable par les stimulants spécifiques et adéquats des récepteurs — ici les radiations spectrales, mais

(1) La myéline aussi se détruit, c'est la dégénérescence « Valle-rienne ».

(2) Dans l'activité, la fatigue, il y a aussi chromatolyse. Dans le repos la cellule devient au contraire hyperchromatique, d'après les expériences de Pergens et Demoor, sur l'influence de la lumière et de l'obscurité sur les cellules des centres optiques et les cellules réti-niennes d'animaux, en particulier des poissons. *Archives de biologie*, 1896, et *Bull. Acad. Royale de Médecine de Belgique* (1896).

seulement par des excitants moins spécifiques susceptibles, toutefois, de développer une perturbation, et, en particulier, une variation électrique analogue à celle qui se produit dans le nerf sous l'influence de l'excitation du récepteur par son excitant adéquat. Cette variation électrique, produite par l'excitant spécifique, sert elle-même d'excitant pour le nerf : la conductibilité peut être envisagée comme une excitabilité de proche en proche. C'est parce que l'excitant électrique est de même nature que l'un des aspects de la perturbation produite dans le nerf par l'excitant naturel du récepteur, qu'il peut exciter le nerf optique et, en général, tous les nerfs. Si ces derniers n'étaient pas excitables par le courant électrique, ils ne seraient pas bons conducteurs, ni bons transmetteurs de la perturbation produite par l'excitant naturel. La conduction de cette perturbation — ou « influx » — dans un même neurone et sa transmission à un autre neurone constituant une unité anatomique contiguë, en d'autres termes, la possibilité d'un circuit fonctionnel suppose l'excitabilité de la substance nerveuse, de proche en proche, par l'influx développé par l'excitant adéquat, « influx » dont la variation électrique est un aspect. Parce qu'ils ne sont pas en contact immédiat avec les excitants spécifiques des récepteurs, et se bornent à conduire et à transmettre l'influx développé par ces excitants dans les récepteurs périphériques, les conducteurs — branches afférentes et efférentes des arcs sensorimoteurs — sont indifférenciés par rapport aux cellules nerveuses réceptrices. Quand des récepteurs différenciés — cônes ou bâtonnets — sont excités par des radiations d'une longueur d'onde déterminée, les cellules nerveuses en rapport immédiat avec ces récepteurs rétiniens — ici les bipolaires et les ganglionnaires de la rétine — forment avec certains neurones des tubercules quadrijumeaux antérieurs et des corps genouillés externes un circuit défini par les mêmes propriétés de conduction ou du moins par des propriétés telles que la perturbation produite dans la rétine puisse modifier de proche en proche les branches afférentes et efférentes des

ares nerveux sensori-moteurs qui innervent les muscles oculaires en particulier (1). La conduction et la transmission de l'influx nerveux, dans des circuits ainsi fonctionnellement définis et isolés au milieu d'unités nerveuses contiguës constituant des circuits anatomiquement possibles, sont irréversibles (2) si nous considérons des circuits sensori-moteurs passant par les centres. Le sens dans lequel se propage l'influx — centripète — dans la branche afférente de l'arc nerveux — centrifuge — dans la branche efférente du même arc sensori-moteur, distingue fonctionnellement les parties correspondantes du circuit, indiscernables au point de vue anatomique.

La nature de cette perturbation développée dans le nerf sous l'influence d'excitants extérieurs agissant sur un récepteur différencié, perturbation qui se transmet d'une unité nerveuse à une autre contiguë et peut être assimilée elle-même à un excitant, est inconnue. Mais un phénomène de même allure c'est la variation électrique négative dont le nerf est le siège pendant l'excitation, enregistrable sous forme d'une onde dite de « négative fonctionnelle » avec une phase de croissance plus courte que celle de décroissance et un amortissement progressif.

Cependant, bien que l'influx nerveux s'accompagne de variation électrique, sa vitesse n'est pas celle du courant électrique. Elle varie de quelques centimètres à cent mètres par seconde suivant les animaux et les nerfs considérés et dans le même sens que la vitesse de contraction du muscle innervé par le nerf. La durée de l'influx exprimable en millièmes de seconde est, comme sa vitesse, caractéristique d'un

(1) Par l'intermédiaire des noyaux moteurs oculaires avec lesquels la branche efférente de l'arc nerveux est en rapport.

(2) Contrairement à ce qui a lieu dans un tronc nerveux. Tandis que la conduction est indifférente dans un tronc nerveux, si nous coupons la racine antérieure d'un nerf mixte et excitons le bout central, aucune variation électrique ne se produit dans la racine postérieure en rapport pourtant avec la cellule motrice dans la moelle.

conducteur déterminé (1). Elle varie dans le même sens que la durée de contraction du muscle.

On peut avec un dispositif approprié (2) obtenir une onde électrique de forme analogue à celle de négativité fonctionnelle et l'utiliser comme excitant des nerfs. Suivant que cette onde sera plus ou moins étalée (3) les nerfs susceptibles d'être excités seront différents. La pente d'établissement de l'onde électrique comme celle des courants électriques progressifs est d'une extrême importance. Soit une intensité liminaire donnée compatible avec une certaine pente d'établissement du courant : si le temps d'établissement augmente, il faut augmenter l'intensité pour obtenir le seuil d'excitation, et au-dessous d'une pente d'établissement limite, il n'y a aucune excitation, quelle que soit l'intensité employée.

L'existence d'une pente limite en rapport avec l'intensité employée dans l'établissement des courants progressifs, en d'autres termes l'existence d'une durée limite pour cet établissement, prouve que ce n'est pas seulement la variation électrique qui importe pour l'excitation mais la rapidité plus ou moins grande avec laquelle elle se produit. Si nous considérons un courant brusque d'une intensité constante, et cherchons la plus petite intensité liminaire en excitation indéfinie — ou rhéobase — il est impossible de réduire le temps de passage de ce courant au delà d'un certain temps limite dit « temps utile » pour qu'il y ait excitation. La perturbation liminaire dans le nerf est donc fonction du temps de passage du courant, comme de la vitesse de son établissement quand il s'agit de courants progressifs. Le « temps

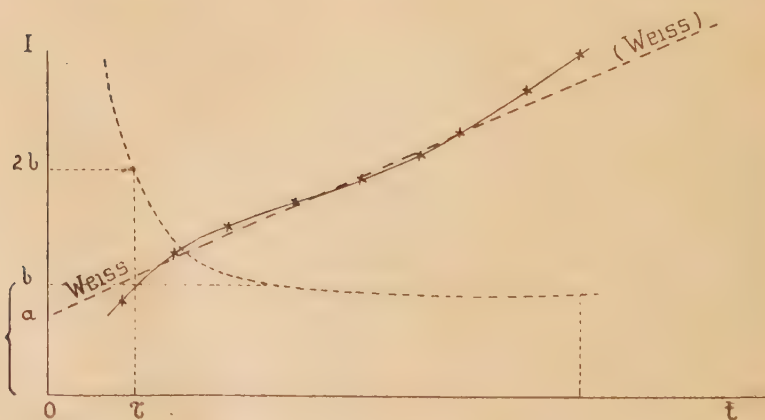
(1) L'influx dure 1/100 de seconde sur un sciatique de grenouille, sa vitesse étant 27^m à la seconde.

(2) En introduisant un second condensateur dans le circuit de décharge d'un premier condensateur qui est, en même temps, le circuit d'excitation.

(3) C'est-à-dire suivant que le temps d'établissement de la phase ascendante de l'onde électrique augmente ou diminue. Quand le temps d'établissement de la phase ascendante augmente, l'efficacité de l'onde diminue.

utile » avec l'intensité liminaire minima ou rhéobase peut servir à caractériser un nerf donné. Mais à cause des difficultés pratiques à le déterminer, il est préférable de prendre la durée de passage du courant pour une intensité liminaire double de la rhéobase. Cette durée ou chronaxie (1) est constante pour un conducteur déterminé. Elle varie dans le même sens que la durée de l'influx nerveux et de la contraction du muscle innervé par le nerf.

Un courant d'une intensité donnée, soit (I) — devant passer pendant un certain temps (t) pour produire une excitation, il est facile de déterminer la quantité d'électricité liminaire et sa variation en fonction du temps de passage du courant. La détermination empirique donne une courbe en S qui correspond à la droite de Weiss ($Q = a + bt$) seulement entre deux limites — aux temps très courts elle est concave vers l'axe des abscisses; aux temps longs les points expérimentaux se relèvent et raccordent une droite, qui prolongée passerait à l'origine des axes, l'intensité liminaire étant alors constante.



(1) Le choix de cette caractéristique ou constante du temps d'excitabilité des nerfs, comme sa détermination tout empirique est due à M. Lapicque. Elle ne peut se déduire d'aucune formule algébrique qui exprimerait les variations de l'intensité liminaire ou des quantités d'électricité en fonction du temps, car une détermination mathéma-

La détermination empirique de la variation de l'intensité liminaire en fonction du temps de passage du courant donne une courbe de forme approximativement hyperbolique asymptote à l'axe des intensités et à une parallèle à l'axe des temps dont l'ordonnée (b) représente l'intensité liminaire constante en excitation indéfinie, c'est-à-dire la rhéobase.

La durée critique à partir de laquelle l'intensité devient constante, quel que soit le temps de passage de courant, et qu'on ne peut réduire sans augmenter l'intensité liminaire est pratiquement difficile à déterminer. Il est plus commode de considérer le temps de passage du courant correspondant à une intensité liminaire double ($2b$) de l'intensité rhéobasique; cette durée appelée chronaxie (t) se montre pour un nerf donné indépendante des conditions d'expérience et constitue une constante de temps (1) caractéristique d'un conducteur déterminé et par rapport à laquelle les autres durées caractéristiques de l'excitation peuvent s'exprimer. C'est ainsi que le temps utile est environ dix fois plus grand que la chronaxie.

tique exacte de ces variations s'est montrée jusqu'ici impossible. Les lois des intensités comme des quantités sont seulement approximatives.

Par contre, la chronaxie se montre une fraction approximative (le quart) de la constante de temps rationnelle θ qui est l'abscisse du point de croisement des deux droites exprimant, l'une l'énergie constante aux temps courts, l'autre l'énergie qui croît aux temps longs, c'est-à-dire le moment caractéristique où l'énergie cesserait d'être constante — si cela se produisait brusquement — et où le seuil d'excitation cesserait de s'abaisser avec l'augmentation du temps de passage du courant, approximativement quand l'intensité est $\frac{11}{10}$ de la rhéobase — mais à cause des difficultés à déterminer ce temps, la chronaxie reste la mesure pratique de la vitesse d'excitabilité. — Lapicque, C. R. Ac. des Sc., 27 oct. 1924.

(1) Si nous considérons la loi d'intensité de Weiss ($I = \frac{a}{t} + b$) l'intensité sera le double de la rhéobase, c'est-à-dire ($2b$), précisément quand le temps sera $\frac{a}{b}$ c'est-à-dire égal au rapport des deux constantes de la formule : la quantité liminaire minima et l'intensité liminaire minima. Le quotient d'une quantité par une intensité est en effet un temps — (a) est l'ordonnée à l'origine de la droite des quantités de Weiss de formule ($a + bt$).

Le temps utile est la durée pendant laquelle il y a « sommation » (1) de l'effet physiologique : si l'on raccourcit ce temps, l'intensité restant constante, il n'y a plus excitation. D'autre part, c'est le temps limite de sommation : bien que le courant continue à agir au delà de ce temps, l'intensité liminaire ne diminue plus à mesure que le temps de passage augmente, de telle sorte qu'on peut diminuer ce temps de passage jusqu'au temps utile sans que l'excitation cesse de se produire. Tout se passe comme si, au delà de cette durée critique, toute perturbation cessait d'être efficace, ou comme s'il ne se produisait dans le nerf aucune perturbation. Cette durée limite est d'autant plus grande que l'organe excité est plus lent par rapport à l'excitant et que l'organe et l'excitant sont plus différenciés. C'est ainsi que la durée limite de sommation atteint 3" environ dans l'excitation d'un récepteur différencié par son excitant adéquat, soit dans l'excitation des cônes par les radiations lumineuses de fréquence vibratoire exprimable en trillons par seconde; 0"7 seulement s'il s'agit des bâtonnets qui sont des organes plus rapides que les cônes et elle est plus courte dans l'excitation des conducteurs — indifférenciés relativement aux récepteurs — par un excitant général des nerfs, comme le courant électrique. Dans ce dernier cas elle est de l'ordre de grandeur du millième de seconde (2). Cette limite de sommation apparaît aussi dans l'excitation des nerfs itératifs. Elle est alors en rapport non seulement avec la brièveté de l'excitant discontinu et la rapidité plus ou moins grande du conducteur ou de l'organe excité, mais encore avec l'intervalle des excitations successives. L'influx nerveux est, en effet, discontinu : à une période d'excitabilité succède une phase d'inexcitabilité dite période « réfractaire ». L'excitabilité redevient

(1) Quel que soit le sens dans lequel il faille prendre ce mot au point de vue physiologique.

(2) Le temps utile est plus long dans l'excitation électrique des nerfs sensoriels que dans celle des nerfs sensitifs et moteurs. Il varie comme la chronaxie pour un nerf donné.

progressivement normale en passant par une période d'hyperexcitabilité. La quantité liminaire d'électricité est minima, quand les excitations successives ont lieu dans ces périodes d'hyperexcitabilité. Si l'intervalle est trop grand il n'y a pas sommation; il en est de même s'il est trop court en sorte que l'excitation a lieu dans les périodes réfractaires.

Mais si le temps limite de sommation en excitation brève et discontinue dépend de la brièveté de l'excitant par rapport à la vitesse d'excitabilité du conducteur ou de l'organe excité, la chronaxie de ces derniers est indépendante à la fois de la fréquence (1) et du nombre des excitations successives. Elle caractérise le nerf comme la durée et la vitesse (2) de l'influx nerveux susceptible d'être développé dans le nerf. Plus grande pour un nerf donné chez le nouveau-né que chez l'adulte, elle devient égale à celle de ce dernier au bout de quelques semaines. Elle varie sensiblement en raison inverse de la section des fibres nerveuses et se montre notablement plus élevée pour les nerfs sensoriels que pour les nerfs sensitifs ou moteurs.

Si nous considérons l'ensemble nerf optique-rétine qui conditionne la vision — car il est difficile chez le sujet normal d'exciter chacun d'eux séparément et, par là, d'isoler fonctionnellement le récepteur et les fibres du nerf sensoriel qui y prend naissance, de même qu'il est difficile d'isoler, dans l'excitation, le muscle de son nerf — nous trouvons deux chronaxies en rapport avec la région rétinienne — centrale ou périphérique — excitée, et la position du phénomène lumineux déterminé par ces excitations (3).

(1) Et par suite de la brièveté des excitations successives.

(2) L'influx nerveux parcourt environ 1 cm dans un temps égal à une chronaxie, soit 1 cm en 0.3 dans un sciatique de grenouille. C'est parce que la durée de l'influx est invariable, quelle que soit l'intensité employée, qu'une seule excitation est insuffisante quand la chronaxie du nerf est petite relativement à celle de l'organe avec lequel il est en rapport.

(3) Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences, t. 180 (séance du 12 janvier 1925), M. Bourguignon et Mlle Déjean. Dans la

A la région centrale de la rétine et au faisceau de fibres maculaires correspond une chronaxie variant suivant les individus de $2 \sigma 2$ à $2 \sigma 6$ et, à la région périphérique rétinienne et aux fibres optiques de la même région, une chronaxie plus petite (1) comprise entre $1 \sigma 2$ et $1 \sigma 6$ avec un rapport assez constant entre les deux.

La variation de la quantité d'électricité liminaire en fonction du temps de passage du courant donne pour le système nerf optique-rétine une courbe analogue à celle obtenue dans l'excitation des nerfs sensitifs et moteurs, c'est-à-dire correspondant à la droite de Weiss entre deux limites seulement — les points expérimentaux sont au-dessous de cette droite aux temps courts et se relèvent aux temps longs (2).

La conduction de l'influx dans un même conducteur exige l'intégrité de ce conducteur. Fraîchement sectionné, un nerf peut encore conduire l'influx, comme en témoigne la variation négative dont il est le siège, si on l'excite, mais il dégénère rapidement et meurt. A mesure que la structure physico-chimique du cylindre axe et de la myéline change (3), la chronaxie augmente après une courte période de début ou une diminution se manifeste le plus souvent. Si les extrémités sectionnées ont été suturées, après une période de dégénérescence variable, marquée par l'augmentation de la

région rétinienne, nous considérons le ganglion périphérique, y compris la couche des axones des ganglionnaires qui formeront le nerf optique après leur convergence à la papille. La dissociation, dans l'excitation, des fibres optiques et du ganglion récepteur, est possible en pathologie (scotome central ; rétinite ; albinisme) et un hétérochromisme peut apparaître entre les deux, dans certains de ces cas pathologiques.

1) Cette valeur plus petite de la chronaxie du système rétine-nerf optique concorde avec la rapidité plus grande d'établissement de la sensation lumineuse dans l'excitation des bâtonnets que dans l'excitation des cônes. — MM. Kleitman et Piéron, C. R. des séances de la Société de Biologie, 12 et 19 juillet 1924.

(2) R. C. Société de Biologie, séance du 20 mars 1926, M. Bourguignon et M^{lle} R. Déjean.

(3) Dans l'action des narcotiques comme le chloroforme, l'éther, la cocaïne, la modification histologique et fonctionnelle vont de pair, de même que dans la dégénérescence Wallerienne.

chronaxie, le nerf se régénère progressivement : sa chronaxie redevient peu à peu normale.

Des modifications locales du conducteur par refroidissement, compression, entraînent des variations locales de l'excitabilité — augmentation de chronaxie — qui redevient normale à mesure que ces modifications disparaissent. L'élévation de la température, au contraire, diminue la chronaxie ainsi que l'action de certains toxiques comme la strychnine et des narcotiques comme le chloroforme, l'éther, la cocaïne. À mesure que la chronaxie diminue, la rhéobase augmente, et, quand la modification histologique est suffisante, la rhéobase ne peut être atteinte. L'excitabilité et la conductibilité d'un conducteur dépendent, non seulement de l'état local de ce conducteur, mais des modifications locales des neurones du même circuit fonctionnel. Le refroidissement, la compression, la lésion d'un neurone sensitif ou moteur, périphérique ou central, entraînent des variations de l'excitabilité des voies nerveuses fonctionnellement en rapport (1). La lésion de l'écorce occipitale ou des voies optiques intracérébrales entraîne une modification des chronaxies du système neural nerf optique-rétine, ainsi que de l'excitabilité des cônes et des bâtonnets par les radiations lumineuses. Les chronaxies respectives des régions centrales et périphériques de la rétine et des fibres optiques correspondantes sont diminuées d'autant plus que la perturbation centrale est plus profonde et les rhéobases sont augmentées.

Le seuil lumineux s'élève considérablement et, parfois, ne peut être atteint même en région fovéale. C'est le cas de cécité « corticale » complète. Mais, en général, dans ces cas de répercussion des lésions centrales sur le circuit fonc-

(1) BOURGUIGNON (thèse), M^{me} Lapicque, C. R. de la Société de Biologie, 13 janvier 1923. Cette répercussion a été observée dans des cas de tabès, de section ou de blessure des nerfs, de lésion du faisceau pyramidal, des corps opto-striés, chez l'homme, et dans l'ablation des hémisphères et des lobes optiques chez la grenouille.

tionnel et le récepteur terminal, la région fovéale reste encore sensible, parce que la pointe des lobes occipitaux des deux hémisphères est en rapport avec les cônes fovéaux et le faisceau maculaire d'une même rétine et qu'une lésion atteignant cette région corticale est rarement bilatérale : l'un des deux circuits fonctionnels dont fait partie une même fovéa est ainsi généralement respecté. Par contre, il arrive fréquemment que l'excitation par les radiations lumineuses reste en dessous du seuil chromatique, tout en donnant une sensation de lumière, et cela quelle que soit l'intensité employée, soit seulement dans la région périphérique de la rétine, soit même dans la région fovéale. C'est l'achromatopsie « corticale » qui peut d'ailleurs, comme la cécité de même origine, se présenter en quadrant ou affecter des aires variables suivant la situation de la lésion, son étendue, son importance. La répercussion (1) de la perturbation centrale (2) sur le circuit fonctionnel — le récepteur faisant partie de ce circuit — se manifeste quelquefois seulement par cette réduction de la sensibilité rétinienne à une valeur infra-luminaire en ce qui concerne la sensation de couleur, et par une élévation des seuils lumineux absolus et différentiels. L'achromatopsie résulte donc d'une moindre atteinte de l'écorce occipitale ou des voies optiques intra-cérébrales (3) dans un point quelconque de leur trajet — voire même au niveau du chiasma — et, par suite, d'une modification du circuit fonctionnel moins importante que celle qui donne lieu à la cécité corticale complète. Et, de fait, la chronaxie des fibres optiques se montre sensiblement normale quand la vision lumineuse est récupérée, quoique

(1) Dans le sens de modification provoquée par une première modification locale du circuit fonctionnel. La répercussion peut n'être décelable que par des troubles fonctionnels, les modifications histologiques étant très petites.

(2) Quelle qu'elle soit, la compression par tumeur produit des achromatopsies qui disparaissent avec la décompression.

(3) MARIE et CHATELIN : *Revue Neurologique*, 1916, XXIII.

encore inférieure au cas normal et en dessous du seuil chromatique, tandis que, dans le cas de cécité « corticale » absolue et dans les premières phases de régression de la cécité où la vision est encore pratiquement nulle, la chronaxie peut descendre jusqu'au cinquième de sa valeur normale (1).

Dans certains cas d'achromatopsie, d'origine périphérique — un scotome achromatopsique pouvant se présenter dans un seul œil par atteinte d'une région du récepteur limitée à la couche des cônes et des bâtonnets — rétinites, chorio-rétinites — la chronaxie des fibres optiques ne présente pas de variations sensibles. La vision peut être très diminuée comme dans l'un des cas que nous avons examiné (2, 1/10 à 2/10 d'acuité visuelle) sans que les chronaxies des fibres optiques aient cessé d'être normales.

Cette valeur normale des chronaxies neuro-rétiniennes coexistant avec une vision achromatopsique et une acuité visuelle très faible permet de dissocier ces cas de ceux dans lesquels, avec les mêmes troubles de la vision, les fibres optiques sont atteintes (neuro-rétinite, névrite rétro-bulbaire) ; dans ces derniers cas, si l'atteinte des fibres optiques maculaires ou périphériques est globale, la chronaxie correspondante ne peut être obtenue (3).

Dans les cas où les troubles de la vision sont d'origine corticale, ils s'atténuent à mesure que la répercussion de la perturbation centrale sur le circuit fonctionnel dont fait

(1) Cas d'un sujet blessé à la région mastoïdienne droite et pariéto-occipitale gauche (orifice de trépanation). Vision nulle au début, puis récupération partielle de la vision — 1/15, puis 2/10 — d'acuité visuelle à droite, champ visuel coupé en hémianopsie droite, enfin baisse de la vision par atrophie des nerfs optiques due probablement à la lésion surajoutée de ces derniers par propagation des lésions à la base.

(2) C. R. de l'Ac. des Sciences, séance du 12 avril 1926, MM. Bourguignon, Courland et M^{lle} Dejean. Après traitement, l'acuité visuelle normale a pu être récupérée ainsi que la vision chromatique.

(3) Tel un cas d'amblyopie toxique avec scotome central absolu pour toutes les couleurs et acuité visuelle presque nulle. La chronaxie centrale, correspondant au faisceau maculaire, n'a pu être obtenue.

partie le récepteur s'atténue elle-même. Les chronaxie des fibres optiques se rapprochent de leur valeur normale et la sensibilité du récepteur varie dans le même sens. Les seuils lumineux absolus, puis différentiels, sont atteints — les objets en mouvement sont perçus avant les objets en repos, quand le déplacement est suffisant (1) ; puis apparaissent les seuils chromatiques pour les différentes longueurs d'ondes. Cette récupération se fait dans un délai qui va de quelques semaines à quelques mois selon l'importance de la lésion centrale et de sa répercussion sur les éléments nerveux en rapport fonctionnel avec la partie atteinte. Que l'achromatopsie se présente au cours de la régression (2) de la cécité complète d'origine corticale ou qu'elle soit le seul trouble résultant de la perturbation centrale et de sa répercussion sur le circuit fonctionnel, elle se trouve liée, non à la modification d'un centre ou d'un circuit fonctionnel spécial, mais à une modification moins grave du circuit rétino-moteur (3) et en particulier du récepteur dont dépend la sensibilité aux radiations lumineuses en tant que spécifiquement différentes les unes des autres. Par rapport à l'état normal du récepteur, c'est une sensibilité diminuée, une hypoesthésie comme en témoigne la vision lumineuse encore faible (4) coexistant dans les mêmes régions du champ visuel. Une perturbation centrale ou intra-cérébrale et sa

(1) Observations de Riddoch, Holmès, etc...

(2) Observation de Marie et Châtelain.

(3) Dans la régression de la cécité corticale complète, la récupération de l'excitabilité du nerf optique et de la rétine sont parallèles. Mais la régression des troubles fonctionnels est plus rapide pour le premier, qui est devenu normal, alors que les troubles fonctionnels des récepteurs se manifestent encore par une hypoesthésie lumineuse et l'achromatopsie. Il est à remarquer que, parfois, une perturbation centrale ou intra-cérébrale peut n'être décelable autrement que par le trouble fonctionnel du récepteur et l'achromatopsie qui en résulte. Le récepteur se montre plus sensible à la répercussion des perturbations centrales ou intra-cérébrales que les autres éléments du circuit sensori-moteur ou, peut-être, les troubles fonctionnels du récepteur, plus sensible que les conducteurs, sont plus facilement décelables.

(4) Observations de HOLMÈS : *Br. J. of Ophthalm.*, 1918, vol. II, n° 7.

répercussion sur le circuit sensori-moteur peuvent laisser subsister, après une régression incomplète, des modifications définitives du champ visuel — des scotomes qui passent inaperçus ordinairement du sujet — et parfois déterminent une atrophie partielle du nerf optique et une diminution de sensibilité rétinienne qui reste en dessous du seuil chromatique.

CHAPITRE II

L'intégrité des conducteurs et la possibilité de la coordination oculaire adéquate.

Si l'excitabilité d'un élément nerveux — récepteur ou neurone quelconque — faisant partie d'un circuit fonctionnel, dépend non seulement de son état local, mais de l'état local des neurones avec lesquels il est fonctionnellement associé, la transmission de l'influx — développé par l'excitation dans une unité nerveuse — à une autre unité nerveuse contiguë, en d'autres termes la possibilité même du circuit fonctionnel sensori-moteur exige l'intégrité de tous les neurones en rapport. Un tel circuit ne se détermine et ne s'isole fonctionnellement, parmi d'autres éléments nerveux, que parce que les neurones qui le constituent présentent la même chronaxie ou du moins un rapport de leur chronaxie respective tel que la transmission de l'influx soit possible. Si ce rapport est modifié au delà d'une certaine limite, soit par une action locale sur les neurones en rapports immédiats, soit par la répercussion, sur ces neurones, de la modification locale d'un élément du circuit, la transmission n'a plus lieu. Il n'y a plus de circuit fonctionnel (1). Et de fait, dans la cécité corticale absolue, non seulement le récepteur est inexcitable par les radiation spectrales, mais l'œil insensible reste immobile, l'axe visuel dirigé vers l'infini ou légèrement

(1) Si nous considérons un muscle innervé par son nerf, nous pouvons augmenter la chronaxie du muscle par le curare ou diminuer celle du nerf par la strychnine. Quand le rapport des chronaxies respectives sera suffisamment modifié — ce qui arrive quand il est le double de la valeur primitive — le muscle n'est plus excitable par son nerf.

divergent : aucun influx moteur ne se développe dans la branche efférente du circuit en rapport, par les noyaux moteurs oculaires, avec les muscles des yeux. L'œil dont l'inexcitabilité est en voie de régression se meut intentionnellement (1), mais avec une grande difficulté et une extrême lenteur.

Si, au cours du mouvement d'exploration dans la direction indiquée, cet œil est excité par une plage lumineuse, le sujet essaie de fixer cette plage. Il se fatigue rapidement. La fixation, difficile à obtenir, est difficile à maintenir. De même que le sujet cesse rapidement de voir — le récepteur devenant très vite inexcitable — il cesse de regarder. Il supplée aux mouvements oculaires d'exploration devenus lents et difficiles, mais si faciles et si rapides normalement, par le déplacement de la tête. A mesure que l'excitabilité de l'œil jusqu'ici insensible aux radiations spectrales et immobile se récupère, il commence aussi à se mouvoir. Cependant, parfois, le sujet croit converger vers l'excitant, alors qu'un seul œil s'est déplacé, celui qui est le plus sensible, l'autre étant toujours dirigé vers l'infini ou même divergent. Ce n'est qu'en fermant l'œil le plus excitable que l'autre se meut, quelquefois, d'une façon presque inappréciable vers la direction indiquée (2). Une amélioration relativement rapide se produit dans la facilité et la vitesse des mouvements oculaires, parallèlement à l'amélioration de la vision, c'est-à-dire à mesure que disparaissent, dans tout le circuit

(1) Si on dit au sujet de regarder dans une direction, ou plus loin ou plus près, l'œil sensible a la différence entre la lumière et l'ombre se meut lentement jusqu'à ce qu'il soit impressionné par une tache lumineuse, l'autre reste immobile.

(2) La chronaxie des nerfs moteurs oculaires n'a pu être déterminée normalement, ni dans le cas de cécité corticale. Il est possible qu'elle soit modifiée comme l'est celle des fibres optiques. Il se peut aussi que la répercussion du trouble central ait lieu sur la branche efférente de l'arc sensori-moteur articulée avec les noyaux moteurs oculaires et n'affecte qu'insuffisamment ces noyaux, de sorte que des mouvements oculaires sont possibles par d'autres circuits agissant sur ces mêmes noyaux moteurs par l'intermédiaire d'excitations vestibulaires ou auditives.

sensori-moteur, les troubles fonctionnels consécutifs à la perturbation centrale. Il se peut d'ailleurs que dans le cas de cécité corticale sans troubles associés, où les mouvements oculaires se produisent à mesure que la sensibilité rétinienne se récupère, le peu d'amplitude de ces mouvements ou même leur absence avant la régression de la cécité ne provienne pas directement d'une répercussion suffisante du trouble central sur la branche efférente de l'arc sensori-moteur, mais de ce seul fait que le sujet ne voit pas suffisamment ni pendant un temps suffisamment long pour que des mouvements oculaires utiles et appréciables aient lieu. Dans ces conditions, l'intégrité fonctionnelle du circuit, en conditionnant la sensibilité rétinienne, ne conditionnerait, par cela même, qu'indirectement les mouvements oculaires (1). Nécessaire pour que le récepteur soit excitable par les radiations lumineuses et pour que des mouvements oculaires se produisent effectivement, l'intégrité fonctionnelle du circuit sensori-moteur l'est encore pour que ces mouvements se coordonnent en sorte que l'excitation soit non seulement possible mais efficace au maximum. La poursuite de l'excitant, le maintien de la fixation par des mouvements oculaires coordonnés au déplacement de la tête, l'ajustement oculaire qui assure la vision nette avec un œil et la vision à la fois nette et simple avec les deux yeux, se produisent à mesure que la vision se récupère (2). L'ajuste-

(1) Et de fait, s'il y a des cas où les troubles de la vision, d'origine corticale, s'accompagnent de troubles de la motricité oculaire, — mis en évidence par Holmès, — ils sont dus à une lésion déterminée de l'écorce faisant partie du circuit sensori-moteur, mais les déficits du champ visuel ne paraissent pas entraîner, nécessairement, des troubles de la motricité oculaire.

(2) Comme dans le cas des opérés de cataracte double congénitale ; cependant, la rapidité des mouvements oculaires, tant incoordonnés avant l'opération que coordonnés après cette opération, chez ces derniers, comparée à la lenteur de ces mêmes mouvements chez l'aveugle dont la cécité d'origine corticale est en voie de régression, semble prouver qu'il y a chez celui-ci, outre l'insuffisance de la vision, des troubles fonctionnels du circuit qui conditionne ces mouvements : les lésions dans la région calcarine s'accompagnent souvent, en effet, de lésions dans la région du pli courbe.

ment oculaire est plus tardif si la régression de la cécité est plus lente, comme on le constate quand les deux yeux ne présentent pas en même temps la même phase de régression des troubles fonctionnels (1) et, par suite, la même sensibilité. L'incoordination oculaire qu'on observe dans ce cas, — l'œil relativement insensible restant immobile et même divergent — relève de l'insensibilité de ce dernier et disparaît avec elle. Mais du fait que les mouvements oculaires se coordonnent à mesure que la sensibilité rétinienne se récupère il ne s'ensuit pas que cette coordination soit conditionnée d'une façon nécessaire et suffisante par la sensibilité du récepteur aux radiations lumineuses. En effet, dans des cas où la sensibilité lumineuse est conservée dans des régions rétiniennes suffisant à permettre la vision (2, donc des branches afférentes du circuit sensori-moteur fonctionnellement intactes, les mouvements oculaires coordonnés, de fixation, de poursuite, font défaut quand on introduit un nouvel excitant dans le champ visuel des sujets ou lorsqu'on déplace celui qui est dans le champ direct de leur vision. Non seulement ces sujets ne changent pas d'eux-mêmes de point de fixation — c'est-à-dire n'explorent pas spontanément leur champ visuel — et ne maintiennent pas la fixation exacte par des mouvements oculaires coordonnés au déplacement de leur tête si on la meut, mais ils ne peuvent effectivement réaliser la coordination oculaire adéquate pour la fixation directe, en particulier pour des objets que l'on rapproche, même quand le point qu'ils doivent fixer est exactement connu et localisé par eux : par exemple un point de leur corps qui est touché, un objet qu'ils tiennent dans la main ou leur propre doigt (3). Ils apprécient très mal les distances relatives, vu le défaut d'ajustement oculaire et

1) Tel un cas de cécité dont nous avons pu suivre l'évolution.

(2) En particulier la vision centrale était conservée.

(3) Observations de GORDON HOLMES, sujets I et II ; *British Journal of Ophthalmology*, 1918, II, nos 9 et 10 ; ainsi qu'un sujet de RIDDOCH.

l'imprécision des images qui en résulte. En dehors du « très loin » et du « très près » qu'ils distinguent exactement, tous les objets leur paraissent à la même distance, ou ils n'ont aucune appréciation de leurs distances relatives. Cependant si les objets sont réellement équidistants ils les reconnaissent correctement comme tels. De cette inappréciation des distances relatives quand les différences de distance sont petites peut résulter la disparition du relief quand il est peu accentué et cela en vision monoculaire et binoculaire (1).

Ces sujets présentent comme conséquence de leur localisation défectueuse des images — surtout en ce qui concerne leur distance absolue et relative — un comportement inadéquat vis-à-vis des objets de la perception visuelle. Ils ne réussissent à saisir un objet qu'après des essais infructueux en deçà, au delà ou à côté de lui. Ils heurtent les obstacles, qu'ils voient cependant, mais qu'ils ne croyaient pas si près. La préhension comme la locomotion sont d'autant plus défectueuses que tout ajustement oculaire adéquat étant impossible, ils ne peuvent préciser, par la fixation exacte et la netteté plus grande des images qui en résulte, ce que leur localisation des images en vision indirecte a d'incertain (2), de par l'imprécision de ces images et surtout du fait de l'état mental que ces sujets présentent en commun avec d'autres sujets chez lesquels cet état mental est le trouble capital et primordial et s'observe indépendamment de toute lésion suffisante à déterminer leur défaut d'ajustement oculaire.

La lésion, quand la coordination oculaire est impossible, est bilatérale et se trouve dans la région du pli courbe (gyrus angulaire). Ce qui autorise à supposer que la branche afférente du circuit sensori-moteur qui conditionne la coordi-

1) C'est le cas du sujet de Biddoch qui ne distinguait que les grandes différences de profondeur. *Brain*, 1917, vol. XL.

2) Ces sujets localisent moins bien et se comportent beaucoup plus mal que le malade observé par Holmès chez qui une tumeur de la protubérance et du cerveau moyen rendait tout mouvement oculaire impossible.

nation oculaire s'articule ou passe (1) dans cette région ou dans la région sous-jacente. La production effective des mouvements oculaires, par excitation de cette région corticale, confirme cette hypothèse.

1. Le cas du sujet de Rildoch chez qui toute exploration du champ visuel était au début impossible et dont la blessure d'entrée du projectile était la région frontale gauche et la blessure de sortie au pôle occipital droit inclinerait à penser que la région du pli courbe est en rapport étroit avec la région frontale — où l'on peut provoquer aussi des mouvements oculaires — et est peut-être seulement un lieu de passage de la branche efférente d'un arc nerveux articulé dans cette région frontale.

CHAPITRE III

La réalisation de la coordination oculaire adéquate et la prospection mentale de veille.

Si l'intégrité fonctionnelle du circuit sensori-moteur qui conditionne l'ajustement oculaire est nécessaire, soit directement — l'ajustement oculaire étant impossible si la branche efférente est lésée — soit indirectement — en tant que l'ajustement oculaire ne se réalise que si la sensibilité du récepteur est suffisante et, par suite, si la branche afférente de l'arc nerveux est intacte — elle ne suffit pas à déterminer l'ajustement oculaire tel qu'il se réalise dans la vision monoculaire et binoculaire normale.

De même que l'intégrité fonctionnelle du circuit sensori-moteur ne suffit pas à déterminer l'appréhension, c'est-à-dire à réaliser l'image si nous ne faisons attention vers une certaine direction où se trouve l'excitant — comme en témoigne la distraction quelle qu'en soit la cause — de même elle ne suffit pas à déterminer la fixation oculaire vers une certaine direction et à une certaine distance, plutôt qu'à telle autre, si nous ne faisons attention précisément d'une façon élective vers cette direction et à cette distance, anticipant ainsi sur la distance réelle de l'excitant. C'est ce que confirme le défaut de coordination oculaire adéquate chez les sujets dont l'activité mentale prospective est déficiente et chez lesquels l'état fonctionnel de la branche efférente (1) de l'arc rétino-moteur

(1) La branche afférente étant aussi suffisamment intacte pour la vision comme chez les précédents sujets.

ne peut rendre compte de cette incoordination oculaire. En effet, bien que ces sujets, comme les précédents, ne changent pas d'eux-mêmes le point de fixation, ne poursuivent pas un excitant qui se déplace et ne maintiennent pas la fixation si l'on meut leur tête, cependant, ils réussissent, après des tâtonnements dans plusieurs directions, à amener leurs axes visuels vers un objet qu'on leur demande de regarder. Quoique difficile, la coordination oculaire n'est pas en fait impossible. Mais elle ne se produit pas spontanément comme dans le cas normal en présence de stimulants lumineux. Ces sujets se trompent dans l'appréciation de la distance et de la position absolues et relatives des objets bien que le trouble capital soit dans l'appréciation de la distance, même quand ils ont réussi à diriger leurs axes visuels vers les objets considérés : car ils ne le font que difficilement et imparfaitement, de sorte que, même en vision directe, la fixation reste inadéquate. Ces erreurs de localisation absolue et relative sont d'autant plus accentuées que la vision est plus périphérique.

Cependant, bien que les troubles augmentent en vision périphérique, ils ne sont pas liés nécessairement au défaut d'ajustement oculaire pour les excitants périphériques du champ visuel : ainsi en témoigne la localisation suffisamment exacte, normalement, des images correspondant à ces excitants, comme aussi en l'absence de tout ajustement oculaire dans la paralysie congénitale ou accidentelle des muscles oculaires. Si nous remarquons alors que la prospection mentale vers l'excitant est nécessaire tant pour la localisation des images en vision indirecte, que pour le changement de fixation et la coordination oculaire adéquate qui aide à préciser, par la fixation exacte, la localisation des images en vision directe, de même que pour la poursuite de l'excitant ou le maintien de la fixation, nous sommes amenés à penser que ces erreurs de localisation dépendent originairement et surtout du fléchissement de l'activité mentale prospective de veille.

L'état mental de ces sujets est en effet caractéristique : Ils

n'explorent pas spontanément leur champ visuel (1), ils ne font attention qu'aux images centrales de ce dernier et, plus exactement, à l'image actuellement appréhendée. Ils se plaignent, en effet, de ne pouvoir faire attention qu'à une seule image à la fois. Nulle ou presque nulle (2) leur vision indirecte ne leur fournit aucun motif de déplacer leur point de fixation et aucun moyen de contrôler la coordination oculaire pour la fixation nouvelle : en conséquence, si on leur dit de fixer un objet placé actuellement dans leur champ visuel indirect, leurs yeux se meuvent dans toutes les directions jusqu'à ce qu'ils soient impressionnés par l'excitant comme par hasard.

Incapables de faire attention simultanément à plusieurs images, ils apprécient d'une façon inexacte la grandeur relative de deux lignes ou de deux surfaces et la distance relative de deux objets, alors que les dimensions et les distances relatives sont correctement appréciées quand les lignes appartiennent au même tout, par exemple dans un carré ou un rectangle et quand les distances relatives sont celles des parties d'un même objet. De même, ils ne réussissent pas à compter des pièces étalées devant eux, parce qu'ils n'explorent pas systématiquement leur champ visuel indirect et se contentent d'indiquer celles qu'ils voient directement et que, ne les distinguant pas les unes des autres par leur position relative, il leur arrive de compter plusieurs fois les mêmes pièces et d'omettre les autres. Mais ils réussissent à les dénombrer si elles sont contenues dans un cercle de façon à ce qu'ils puissent les appréhender ensemble. Leur difficulté à lire procède du même défaut de prospection mentale

1) Il faut leur dire de regarder dans une direction ou les inciter à y faire attention en y produisant, par exemple, un bruit qui, étant perçu et localisé dans cette direction, oriente vers cette même région leur exploration visuelle.

2) Non parce que la sensibilité rétinienne est insuffisante, mais parce que les sujets ne faisant pas attention aux excitants situés dans la périphérie du champ visuel, les impressions rétiniennees que ces excitants déterminent ne donnent pas lieu à des images.

en dehors du point actuellement fixé, prospection qui permet, normalement, de localiser les images périphériques appréhendées, relativement aux images centrales du champ visuel et de diriger le déplacement du point de fixation de gauche à droite comme cela est requis dans la lecture. Le sujet « perd » le mot dans la phrase, ne sait pas revenir à la ligne. Alors qu'il lit un mot s'il est seul, sa confusion est extrême devant tout un paragraphe (1).

Tandis que certains de ces sujets — dont le trouble mental capital est un fléchissement de la prospection mentale vers l'excitant — ne réussissent à fixer un objet qu'imparfaitement et après des essais infructueux, ils fixent immédiatement et correctement si le point où ils doivent regarder est exactement connu et localisé (2) par eux par l'intermédiaire de sensations auditives, tactiles ou kinesthésiques : par exemple si on leur dit de fixer une source sonore, un objet qu'ils tiennent à la main, ou une partie de leur corps qui est touchée.

Nécessaire vis-à-vis des excitants lumineux, tant pour maintenir la fixation adéquate et poursuivre l'excitant qui se déplace que pour motiver, par l'appréhension élective d'une image périphérique, le changement de fixation, l'activité mentale prospective vers tel excitant est encore néces-

(1) Ne pouvant faire attention dans plusieurs directions, il leur est difficile de trouver le centre d'un cercle. Ils peuvent, en outre, présenter des lacunes dans leurs connaissances acquises — il peut y avoir perte du système conventionnel des positions relatives qui définissent l'espace conceptuel — tel malade ne sait plus quelle est sa main droite — de même il y a parfois oubli de la dimension du mètre étalon. En général, les systèmes conventionnels sont plus ou moins atteints. Le malade ne se « reconnaît » pas dans le champ visuel et n'apprend pas à retrouver son chemin, contrairement aux aveugles qui ne présentent aucun trouble de l'activité prospective de l'esprit — et aucune lacune dans leurs connaissances acquises.

(2) Il peut y avoir des mouvements oculaires purement réflexes sous l'influence, par exemple, d'une source sonore. Ces mouvements, qui n'impliquent pas une localisation de la source antérieure à eux, ne viennent pas préciser ni déterminer une localisation. Et de fait, dans ce cas, bien que les yeux fermés du sujet se meuvent dans la direction de la source sonore, il cherche et montre dans de fausses directions.

saire pour réaliser, par l'anticipation de plus en plus exacte de la distance de l'excitant qui conditionne l'image électivement appréhendée, l'ajustement oculaire adéquat pour une certaine direction et distance de l'excitant qui donne lieu à cette image.

L'étude de l'ajustement monoculaire et binoculaire nous a, en effet, montré que la fixation adéquate s'obtenait par des fixations successives, de plus en plus satisfaisantes, quant à la direction et à la distance de l'excitant. Cette approximation de plus en plus grande, cette anticipation de plus en plus exacte de la situation de tel excitant n'est possible que grâce à la forme prospective de l'activité mentale par laquelle nous veillons sur la réalité dans cet ordre de perception. Elle suppose tout un savoir implicite relatif au réel, à sa situation vis-à-vis de nous et à ses rapports effectifs ou possibles avec nous, c'est-à-dire le système le plus important de nos connaissances dans l'état de veille.

Quand ces connaissances font défaut, la prospection mentale élective vers les excitants ne répond pas à la situation exacte de ces derniers, l'ajustement oculaire reste inadéquat et le comportement défectueux. Tel est le cas des sujets opérés récemment de cataracte double congénitale qui n'ont aucune connaissance acquise sur la grandeur « réelle » des objets (1), sur le rapport de la grandeur apparente et de la distance de ces derniers : autant de connaissances qui précisent la distance à laquelle nous devons fixer et grâce auxquelles il arrive que l'ajustement oculaire possible se réalise d'une façon satisfaisante pour la vision et pour l'action.

Dans le cas normal aussi nous pouvons voir une image à une distance qui ne répond pas à celle de l'excitant qui la conditionne et converger et accommoder pour une distance en deçà ou au delà de la position exacte de cet excitant ; cela, quand nos connaissances relatives au réel de la perception

(1) Plus exactement sur la grandeur « réelle » telle que cette grandeur nous « apparaît » dans la vision.

visuelle sont erronées ou incomplètes de sorte que nous ne pouvons pas induire, de l'aspect visuel de la réalité, la distance à laquelle nous devons fixer ou que nous induisons « à faux ».

Quand, au contraire, les anticipations de la distance de l'excitant répondent suffisamment ou exactement à la situation en profondeur de ce dernier, l'ajustement oculaire devient adéquat pour la vision nette, à cette distance, de l'image monoculaire et pour la vision simple de l'image binoculaire.

Le comportement devient adapté à la distance des objets : c'est ce que montre l'observation des enfants dans les premiers mois de leur existence et celle des opérés de cataracte double congénitale dans la période qui suit l'opération et pendant laquelle ils apprennent à voir à une distance exacte, c'est-à-dire à se servir efficacement de leur vision. L'ajustement tant monoculaire que binoculaire pour une certaine distance de l'excitant, qui vient préciser en vision directe, par la mise au point de l'organe pour la vision nette et simple, la distance à laquelle nous voyons l'image, ne crée pas cette distance. Parce que nous avons déjà appréhendé des images à distance dans le champ indirect de la vision et à une distance qui répond approximativement à celle des excitants qui les conditionnent — du fait de la prospection mentale vers ces mêmes excitants — d'une part, l'appréhension élective de l'une des images périphériques détermine un changement de fixation vers une certaine direction et une certaine distance où cette image est perçue; d'autre part, une approximation de plus en plus grande de la distance de l'excitant qui conditionne l'image électivement appréhendée est possible, réalisant à la fois un ajustement oculaire de plus en plus adéquat pour la distance de cet excitant et l'appréhension de l'image à cette même distance ou à une distance qui répond d'une façon suffisamment exacte à celle de l'excitant. Quand la périphérie de la rétine est inexcitable et la région maculaire seule sensible,

le sujet supplée à l'exploration normale des régions indirectes du champ visuel par un déplacement des yeux ou même de la tête.

L'excitant vers lequel il converge pouvant seul conditionner une image appréhendée à la distance où il fixe, il ne peut changer d'objet d'appréhension, c'est-à-dire explorer les différentes régions du réel, sans changer son point de fixation. La recherche de l'excitant, l'anticipation continuelle de sa direction et de sa distance, la prospection mentale qui réalise normalement l'appréhension de l'image périphérique du champ visuel et sa localisation approximative — et, par là, rend possible le changement de fixation et l'ajustement oculaire adéquat pour la fixation nouvelle — se traduit à chaque instant par un nouvel ajustement oculaire qui, d'approximatif, se précise comme dans le cas normal par une anticipation de plus en plus exacte de la distance de l'excitant.

C'est parce que nous faisons attention à distance, vers les excitants, tant en vision directe qu'en vision indirecte, que les images, avant tout ajustement oculaire, sont perçues à une distance qui répond approximativement à celle de l'excitant qui les conditionne et qu'un ajustement oculaire adéquat est non seulement possible mais se réalise en fait, quand l'anticipation de la distance elle-même devient exacte.

Et nous faisons attention « à distance » parce que, de par les conditions objectives de ce mode de perception — situation des stimulants à une certaine distance du récepteur, nécessité de l'adaptation, pour cette distance, de l'organe récepteur afin que l'excitation puisse donner lieu à la vision nette à la distance où nous faisons attention, et réalisation de cet ajustement oculaire par la prospection mentale vers le stimulant — l'excitation ne devient efficace pour la vision que si nous faisons attention à la distance où les stimulants se trouvent. En d'autres termes, nous ne pouvons rendre effective l'action du réel, situé à distance, sur notre rétine et appréhender, à cette même distance, l'aspect que cette action revêt pour nous, c'est-à-dire « surveiller » la réalité,

qu'en regardant « à distance », parce que c'est à distance que nous devons faire attention pour rendre cette action possible. Et cette surveillance, possible dans la perception visuelle par la prospection mentale vers le réel, n'est efficace pour l'action que si nous réalisons les conditions optima de l'excitation et appréhendons ce qui en résulte pour notre connaissance — l'image — à une distance qui répond exactement, ou d'une façon suffisamment exacte, à celle de l'excitant : ce qui arrive quand nous faisons attention à telle distance et dans telle direction où cet excitant se trouve. En même temps que se précise notre prospection mentale vers telle position dans le champ visuel et, par cela même qu'elle se précise, l'ajustement oculaire pour cette position de l'excitant devient adéquat, et l'image, le confusément perçue à distance, devient nettement perçue à ce point où nous fixons et où se trouve le stimulant qui la conditionne.

La vision, c'est-à-dire l'appréhension d'images qui répondent à la situation des différentes parties du réel, n'est possible que par l'activité mentale prospective de veille anticipant sans cesse sur cette situation du réel vis-à-vis de nous et réalisant ainsi, en même temps que l'adaptation de l'organe — et par là les conditions optima de l'excitation — l'appréhension de l'image ou « objet » de la perception à cette distance où nous fixons et qui est celle des excitants. De par cette nécessité de la prospection mentale vers les stimulants de l'appareil récepteur, la vision ne peut être que l'appréhension d'images situées en profondeur comme le sont les excitants. Elle est et ne peut être qu'une vision d'images « à distance » et, en ce sens, une prospection visuelle.

Nous voyons bien les images du réel à distance. Mais ces images, non conditionnées par un excitant situé vis-à-vis de nous, ne nécessitent pas l'adaptation de l'organe pour cette position de l'excitant. Nous voyons en rêve parce que nous avons vu dans la veille, et « comme » nous avons vu, par suite, « à distance ». Ces images, ou plutôt ces êtres — car nous les pensons comme des existences aussi complètement

déterminées que nous le permettent nos connaissances implicites dans le rêve — sont alors pour nous les seuls êtres. Nous n'avons pas connaissance d'un réel distinct d'eux qui nécessiterait une activité psychique spéciale, tandis que dans la veille, l'idée du réel distinct des évocations ou des créations de notre rêverie, provoque et maintient une activité mentale différente de celle qui réalise les êtres de la rêverie. Pour réaliser la réalité mentale du rêve il suffit d'y penser. Mais les êtres de la perception bien qu'ils n'existent, en tant que tels, que pour l'esprit, dans la mesure où il les appréhende et avec l'aspect sous lequel il les appréhende, ont cependant des conditions extérieures à l'esprit, d'une nature autre que lui et irréductibles à lui. Dans le cas de la vision ces conditions sont :

1° Des stimulants situés dans une certaine position à distance des récepteurs;

2° Des récepteurs différenciés susceptibles d'être affectés par ces stimulants;

3° L'intégrité fonctionnelle des circuits sensori-moteurs, intégrité dont dépend la sensibilité des récepteurs et la possibilité de l'adaptation de l'organe périphérique pour une certaine direction et distance des excitants.

Ces conditions étant données, la forme prospective de l'activité mentale de veille — déterminée et maintenue par la situation du réel vis-à-vis de nous et par tout notre savoir relatif à ce dernier dans l'état de veille — réalise l'adaptation de l'organe récepteur pour la situation des excitants et fait qu'une impression rétinienne adéquate étant produite, une image est non seulement possible, mais effectivement perçue à une distance qui répond à celle des excitants.

Cette activité mentale prospective qui réalise l'image en tant qu'objet de conscience et de connaissance et cela à une distance « exacte » relativement aux excitants, est, au même titre que les conditions déjà citées et la perception visuelle, une condition objective, en ce sens qu'elle présente,

comme condition *sine qua non* de la vision, la même réalité, la même nécessité, et la même universalité.

Comment l'anticipation de plus en plus exacte de la distance de l'excitant qui conditionne l'image confusément perçue à distance détermine-t-elle l'ajustement oculaire pour une distance de plus en plus exacte relativement à l'excitant, jusqu'à ce que la fixation adéquate soit obtenue, n'est pas le sujet de notre présente étude. Dire que la prospection mentale agit sur la branche efférente du circuit sensori-moteur d'une façon analogue, par exemple, à celle dont agit l'intention, l'imagination ou le désir de lever le bras sur la voie pyramidale ou sur toute autre voie motrice, — dans la réalisation de ce mouvement, — est la simple constatation d'un fait, non une explication. Dans les deux cas la question est celle-ci : Comment l'activité mentale détermine-t-elle des mouvements coordonnés, dans le cas de la vision, l'ajustement oculaire adéquat pour la vision nette ? Et d'abord, comme condition primordiale de toute coordination effective de mouvements : Comment l'activité mentale agit-elle sur les muscles, c'est-à-dire sur un tissu différencié pour la contraction, par l'intermédiaire d'un autre tissu différencié pour la conduction ? C'est le rapport de l'esprit à l'organisation physiologique telle qu'elle est réalisée chez l'être vivant, dont le rapport de telle idée, intention ou désir à tel groupe musculaire et voire à telle sécrétion glandulaire n'est qu'un aspect.

CONCLUSIONS

La perception — en ce qui concerne le sujet particulier de notre étude, la vision — pose le problème du rapport de l'objet de la perception — en tant que réalité mentale appréhendée — aux conditions physicochimiques et physiologiques de cet objet, c'est-à-dire de l'image visuelle à l'impression rétinienne déterminée par l'intermédiaire de phénomènes photochimiques sur un récepteur physiologique différencié. Plus exactement, elle pose le problème du rapport de l'esprit, dont l'activité prospective est une condition objective de l'appréhension qui réalise l'image, aux conditions objectives de l'impression rétinienne qui n'est que la possibilité de cette image, bref le problème du rapport des deux termes également objectifs sans lesquels il n'y a pas perception et grâce auxquels la perception non seulement est possible mais se réalise en fait d'une façon efficace pour notre comportement.

C'est en termes dualistes en effet que se résout le problème de la perception visuelle. Il n'y a pas de perception « pure » au sens de contact direct avec le réel, comme serait la simple réflexion partielle par le corps, d'actions extérieures vers leur point de départ. Dans ce dernier cas, la perception serait bien « pure » si elle était possible, mais du genre de celle que peuvent avoir les parties du réel — le corps étant une de ces parties — agissant et réagissant vis-à-vis les unes des autres : ce dont nous n'avons aucune idée. Ce ne serait pas la perception au sens psychologique

de ce mot, l'appréhension de la réalité sous un aspect qui n'existe que pour l'esprit, dans la mesure où il en prend conscience, la forme sous laquelle elle lui apparaît et sous laquelle il la connaît. Si nous ne considérons que les actions réciproques des parties élémentaires de la réalité et ces centres d'actions et de réactions que sont les corps organisés, rien ne nous autorise à parler d'images visuelles. Une rétine étant donnée avec tous les arcs nerveux sensori-moteurs dont elle fait partie, et vis-à-vis d'elle, des radiations susceptibles de l'affecter, il en résulte une impression rétinienne variable suivant l'intensité de l'excitant, la durée de son action, sa situation vis-à-vis du récepteur et suivant l'état actuel de la région excitée de la rétine. Mais ni l'adaptation de l'organe récepteur pour une certaine distance de l'excitant, ni la conscience que nous pouvons prendre de l'impression rétinienne, à la distance où nous faisons attention, sous un aspect spécifique qui constitue l'image, ni cet aspect sous lequel nous en prenons conscience, ne résultent nécessairement de l'interaction de l'excitant et du récepteur faisant partie d'un circuit fonctionnel dont il est le premier élément.

Et si nous parlons du réel et des corps organisés en termes d'images, c'est-à-dire de ces aspects sous lesquels nous les connaissons, il n'est plus question de faire la genèse de la perception, puisqu'on se la donne. Encore moins s'agit-il de perception « pure » puisque le réel dont on part est le réel tel qu'il est appréhendé ou — si on le considère avant l'apparition du sujet conscient — sous la forme qu'il aurait, « s'il était appréhendé », donc, toujours un réel relatif à une appréhension effective ou possible. Dès que nous parlons d'images, nous supposons non seulement le réel dont l'action sur l'organisme rend possible l'image, mais l'appréhension qui la réalise effectivement sous un aspect spécifique valable seulement pour l'esprit comme objet « de connaissance » au degré le plus élémentaire, « de conscience » comme, on dit. Avoir « conscience » de cet aspect qu'est

l'image, c'est en effet l'avoir actuellement pour objet de pensée, le connaître comme « étant » par rapport à nous, au degré le plus simple, sans autre détermination que l'existence. Tout restant égal dans l'excitant et l'organisme, nous pouvons avoir conscience ou non, sous forme d'images, de l'action du réel sur nous, comme le prouve la rêverie, le travail mental intense ou la distraction momentanée par un autre objet de pensée. C'est cette « prise » de connaissance qui est l'appréhension et qui réalise l'aspect sous lequel nous apparaît l'impression rétinienne. Il n'y a pas d'images qui existeraient indépendamment de l'appréhension et dont nous pourrions avoir ou non conscience. Mais le fait de regarder vers une certaine distance où se trouve l'existant, d'y faire attention, permet l'appréhension, à cette distance, de l'impression rétinienne sous un certain aspect — qu'est l'image — c'est-à-dire la réalisation de cette dernière en tant que réalité mentale. Parce que la conscience que nous prenons de telle ou telle image est une connaissance au degré le plus élémentaire, elle ne dépend nécessairement, contrairement à la spécificité de l'image, d'aucun élément nerveux déterminé, ni d'aucun excitant spécifique. Elle ne présente pas la spécificité de l'image, mais seulement celle des actes de l'esprit, en tant qu'il saisit un objet de pensée, qu'il prend connaissance.

Si l'appréhension qui réalise l'image n'est pas de même nature que les actions réciproques de l'excitant et de l'organe, mais est un acte mental qui n'est pas déterminé nécessairement par ces actions réciproques, de même, ce qui est appréhendé, c'est-à-dire l'aspect sous lequel nous prenons connaissance de ces actions réciproques, n'est pas de même nature que l'impression rétinienne et n'en résulte pas nécessairement.

Le comportement des images monoculaires dans la vision binoculaire nous a montré qu'on ne pouvait assimiler les images aux impressions rétinienne qui les conditionnent cependant. Appréhendées ensemble, les monoculaires peu-

vent être confondues ou distinguées suivant les circonstances, rivaliser aux dépens l'une de l'autre, ou certaines parties de l'une peuvent dominer momentanément sur certaines parties de l'autre. Ce n'est pas la fusion des excitations qui peut être obtenue, par exemple, en excitant la même région d'une même rétine, ni la fusion des influx nerveux qui serait obtenue en excitant les régions dites « correspondantes » des deux rétines si les conducteurs issus de ces régions se terminaient exactement autour des mêmes neurones corticaux. La rivalité possible des monoculaires ou de leurs parties est un cas de l'électivité de l'appréhension quelle qu'en soit la cause - et du changement incessant de son objet que nous retrouvons dans l'exploration du champ visuel indirect avant et comme condition du déplacement du point de fixation. L'orientation de notre prospection mentale vers telle direction ou à telle distance et les changements de fixation ne sont pas déterminés nécessairement par l'impression rétinienne, mais par l'appréhension élective d'une image qui devient objet électif de pensée et détermine, du fait de cette élection actuelle, l'ajustement oculaire adéquat pour l'excitant qui la conditionne. Les impressions rétinienne produites dans les régions périphériques de la rétine, ne donnent lieu à des images que si nous faisons attention à la distance où sont les excitants qui déterminent ces impressions et, seules, les images électivement appréhendées — parmi ces images confusément perçues à distance dans le champ indirect de la vision — provoquent un changement de fixation.

C'est la prospection mentale vers les excitants qui rend possible l'appréhension de l'image et réalise cette dernière, de simplement possible qu'elle était de par l'action des excitants sur la rétine. Cette forme prospective caractérise l'activité mentale de veille vis-à-vis des excitants de la rétine. Cela parce que, de par la situation de ces stimulants vis-à-vis du récepteur, la seule façon de rendre possible leur action sur nous, c'est de faire attention à la distance où ils se

trouvent : ce qui rend possible l'appréhension, à cette même distance, de l'impression rétinienne sous l'aspect mental qu'est l'image. Parce que veiller, c'est surveiller le réel, et, vis-à-vis de cette partie du réel que sont les excitants de la rétine, faire attention « à distance », la prospection mentale, simple forme de l'activité mentale de veille, passe inaperçue et l'on a cru que l'excitant suffisait à déterminer la vision à distance — telle que cette prospection mentale la réalise — parce qu'il détermine l'impression rétinienne. Or, non seulement il ne suffit pas à rendre fovéale une impression périphérique — car il ne détermine pas nécessairement le changement de fixation nécessaire à cet effet — mais il détermine encore moins l'image puisqu'il ne détermine pas nécessairement l'appréhension qui réalise l'image en tant que réalité mentale, objet de conscience, de connaissance.

Mais quand cette surveillance du réel fléchit, par exemple dans la rêverie, la distraction, l'assoupissement, le sommeil, sa nécessité pour la vision devient évidente.

L'indétermination relative de l'objet de notre appréhension, vis-à-vis de l'excitant, vient de ce que, précisément, notre prospection mentale — dont dépend l'électivité de nos appréhensions — n'est pas déterminée nécessairement par l'excitant. Ce dernier, en effet, ne suffit pas à déterminer l'appréhension et par suite la réalisation de telle image et ne peut suppléer à l'activité mentale prospective de veille. Si l'action de l'excitant sur le récepteur influe sur notre surveillance, c'est en tant que déjà perçue sous un certain aspect, c'est-à-dire en tant que réalité psychique qui a nécessité, pour le devenir, une prospection mentale élective vers telle distance ou dans telles directions, prospection que l'action de l'excitant ne suffit pas à déterminer. Ce qui ne veut pas dire que notre prospection mentale soit indéterminée en elle-même. Elle dépend de facteurs psychiques, en particulier des objets de la perception actuelle et des connaissances relatives à ces objets. Mais elle n'est explicable, dans sa forme élective, que par le jeu naturel de l'activité mentale.

Nous ne pouvons saisir, au même moment, qu'un seul système de connaissances convergeant vers un même objet de pensée, et nous ne pouvons prendre conscience, dans une même appréhension, que d'un ensemble d'objets que nous puissions, à un certain point de vue, penser ensemble.

Le changement incessant de notre prospection mentale n'est pas déterminé nécessairement par l'excitant et pour la même raison. Les excitants situés à la périphérie du champ visuel ne sont des motifs pour le changement de fixation que s'ils sont déjà appréhendés, c'est-à-dire si notre prospection mentale s'est déjà orientée vers eux, réalisant ainsi l'image dont les impressions rétiniennes périphériques n'étaient que la possibilité. Mais, de même que spontanément nous construisons des systèmes conceptuels que nous pouvons embrasser du point de vue électif d'où nous les considérons actuellement et que nous ne pouvons les considérer de points de vue différents que successivement, de même nos appréhensions sont électives et successives. Notre exploration systématique s'étend autour d'une image, objet actuel de pensée et des images ayant quelque rapport avec elle deviennent électivement discernées dans le champ visuel indirect et sont susceptibles à leur tour de devenir le point de départ d'une systématisation nouvelle. Parce que nous ne pouvons nous placer à des points de vue différents que successivement, dans la compréhension d'un même objet ou d'objets divers, notre prospection mentale, orientée et déterminée par ce que nous savons du réel et par la façon dont nous l'envisageons à ce moment, garde le caractère de notre activité mentale. Chaque orientation nouvelle de l'activité prospective traduit un changement de point de vue sur ce qui est actuellement appréhendé ou le passage à un nouvel objet de pensée et à un nouvel ensemble d'objets de la perception. Et, ainsi, tant que nous « veillons », nous pensons le réel sous les aspects multiples qui nous intéressent et nous en surveillons successivement les différentes parties, suivant les points de vue différents que nous adoptons successivement pour le com-

prendre. Parce que les images ne sont pas seulement des aspects dont nous prenons conscience, mais des existences déterminées quant à leur rapport avec nous et avec les autres êtres, l'immobilité de notre prospection mentale sur l'une d'elles est aussi impossible que sur l'un des termes d'un rapport. Et de même que comprendre un rapport n'est pas en saisir les termes d'une façon statique, mais les penser relativement l'un à l'autre, c'est-à-dire envisager leurs relations réciproques successivement du point de vue de chacun d'eux, de même appréhender les êtres de la perception c'est en prendre connaissance successivement à des points de vue différents — selon la façon dont nous pensons les différentes parties du réel relativement les unes aux autres — traduisant ainsi, par cette activité incessante de notre prospection mentale, un changement de point de vue sur les objets de la perception, un progrès dans leur détermination qui fait que nous les comprenons d'une façon de plus en plus complète au fur et à mesure que nous les appréhendons.

Après avoir isolé les termes objectifs de la perception visuelle, l'activité prospective de l'esprit qui rend possible l'appréhension de l'image, et les conditions physico-physiologiques de cette image, la question qui se pose est celle-ci :

Y a-t-il entre l'image et ses conditions un rapport tel que l'on puisse passer légitimement de la mesure de ces conditions à la mesure de cette image ?

La psycho-physique a cru qu'il était possible de mesurer l'objet mental qu'est l'image par la quantité physique de l'excitant. En intégrant la formule de Weber $\left(ds = \frac{di}{I} \right)$ qui implique seulement la concomitance d'une différence perceptible de la sensation et d'un accroissement d'intensité de l'excitant constamment proportionnel à cette intensité, Fechner obtient la loi qui porte son nom — la sensation croît comme le logarithme de l'intensité de l'excitant — et qui est fausse en fait et illégitime en droit si elle prétend à une mesure de la sensation plus que conventionnelle : fausse en

fait (1), comme la formule dont elle part. Elle ne tient pas compte de l'organe récepteur qui a sa vitesse propre de réaction, une sensibilité variable suivant la région et la surface excitées, l'état local et général de la rétine du fait des excitations antérieures et de celles qui sont simultanées.

Illégitime en droit si elle prétend être une mesure réelle de la sensation de lumière ou, plus exactement, de l'image perçue : ce n'est que par convention que les différences juste appréciables entre une image et celle qui a précédé sont assimilées à des unités homogènes, susceptibles par suite de s'additionner, et que la sensation, en conséquence, est considérée comme la somme de ces minima perceptibles. Ce n'est pas une mesure réelle : car outre que les différences juste appréciables ne sont pas dues à un accroissement d'intensité de l'excitant constamment proportionnel à cette intensité et qu'elles ne peuvent, de ce fait, être assimilables à des unités homogènes du point de vue de l'excitant, la sensation juste différente de celle qui a précédé ne présente pas, à la conscience que nous en prenons, l'aspect d'un accroissement purement quantitatif. Chaque sensation jugée différente ne se décompose pas, pour notre appréhension, en une certaine quantité de sensation qui mesurerait la sensation précédente et en un minimum perceptible constituant une unité nouvelle qui s'ajouterait aux premières unités et mesurerait l'écart entre les images considérées comme juste différentes l'une de l'autre. Mais nous avons conscience de sensations que nous jugeons successivement différentes les unes des autres, constituant individuellement, à notre connaissance, des unités hétérogènes entre elles, non superposables aux précédentes : parce que non décomposables pour notre appréhension — et dont l'hétérogénéité relève de notre comparaison de l'image actuelle avec celle dont nous

(1) Même si on veut considérer la loi de Fechner comme indiquant le rapport entre la sensation et les phénomènes physiologiques qui la conditionnent : elle ne s'applique à la variation électrique de la rétine que pour des intensités moyennes seulement.

n'avons plus que le souvenir et de l'exactitude plus ou moins grande de notre appréciation d'une différence entre les deux.

La loi psycho-physique de Fechner est doublement conventionnelle : à la fois en tant qu'elle postule l'homogénéité des images successives et la possibilité de leur mesure, et en tant qu'elle choisit son unité de mesure qui ne correspond pas à un accroissement constamment proportionnel de la source lumineuse. Son vice capital, toutefois, n'est pas dans sa convention — il n'y a de mesure qu'à ce prix — mais en ce qu'elle omet à la fois les conditions d'excitation — la sensibilité variable du récepteur — et la condition « *sine qua non* » de l'appréhension — la prospection mentale vers la source lumineuse — sans laquelle les autres conditions étant données et agissantes, non seulement il n'y a pas une variation de l'image en même temps qu'une variation de la quantité de la source, mais il n'y a pas même d'image du fait qu'il n'y a pas d'appréhension.

La psycho-physiologie dénonçant l'inexactitude de la psychophysique, quant à l'évaluation de la source lumineuse et au rapport établi entre les variations de cette dernière et celles de l'image ou du phénomène physiologique concomitant, considère l'intensité de la source relativement au récepteur. Mais autant il est légitime de ne considérer la source lumineuse qu'en fonction de la sensibilité rétinienne, autant il devient difficile d'évaluer quantitativement l'intensité dite « physiologique » de cette source.

La sensibilité rétinienne et — en conséquence de cette sensibilité — l'intensité physiologique de la source varient avec les conditions d'excitation et ne croissent pas proportionnellement à l'intensité de la source employée. Le phénomène physiologique déterminé par des intensités croissantes présente un début lent, une période d'accélération et un amortissement progressif. Il y a des conditions d'excitation où l'intensité physiologique est maxima pour une même source lumineuse.

On peut considérer la luminosité d'une image conditionnée

par une certaine intensité de la source, dans des conditions définies d'excitation, comme une unité physiologique de luminosité, et l'intensité de la source dans des conditions définies d'excitabilité, comme une unité d'intensité physiologique de cette source. Mais l'intensité employée n'est susceptible de donner la même luminosité que dans ces mêmes conditions déterminées, et l'intensité nécessaire pour donner cette même luminosité varie avec les conditions d'excitation. En sorte que c'est seulement par convention qu'on peut évaluer l'intensité « physiologique » d'une source en multiples d'une première quantité — employée dans des conditions définies pour déterminer l'unité d'intensité « physiologique » — « comme si » les conditions restaient identiques et « comme si » la sensibilité rétinienne ne variait pas au fur et à mesure que l'intensité de la source employée augmente. Conventionnelle, comme la psychophysique, quand elle veut mesurer soit l'image, soit les conditions physico-physiologiques de cette image, la psychophysiologie, dans la mesure où elle voudrait établir un rapport nécessaire entre l'image et le phénomène physiologique qui la conditionne, cesserait d'être conventionnelle et ses conclusions deviendraient illégitimes.

S'il n'y a aucun rapport nécessaire entre l'intensité physiologique d'une source, conventionnellement évaluée, et la grandeur de l'image, évaluée aussi par convention, en sorte qu'on ne peut déduire de la première mesure ni la nécessité de l'image, ni sa grandeur, y a-t-il un rapport nécessaire entre les conditions de l'image et l'aspect sous lequel nous en prenons conscience ? Toute déduction directe de l'aspect spécifique de l'image, en partant de la modalité de l'excitant est impossible. D'une part, en effet, l'action du stimulant sur le récepteur n'est perceptible sous un aspect spécifique que lorsqu'elle est suffisante et l'action de deux régions différentes du spectre ne donne lieu à des aspects différents de l'image que lorsque ces actions sont suffisamment différentes : il y a un seuil absolu et un seuil différentiel chro-

matiques bien que la longueur d'onde et la fréquence des radiations spectrales varient d'une façon continue. D'autre part, le récepteur différencié — dont les modifications par l'excitant sont perceptibles sous un certain aspect quand elles sont suffisantes — absorbe certaines radiations, se montre électivement sensible à d'autres, à un degré qui dépend des conditions d'excitation, réagit avec une vitesse qui lui est propre, reste modifié pendant une durée qui est grande relativement à la brièveté et à la fréquence du stimulant vibratoire, et, à chaque instant, possède vis-à-vis d'une région du spectre une sensibilité locale déterminée par l'irradiation préalable de la rétine, les excitations précédentes au point considéré et les excitations simultanées autour de ce point. Une source lumineuse, dont l'action est perceptible sous un aspect achromatique quand cette action n'est pas précédée immédiatement de celle d'une région limitée du spectre, est perceptible sous un aspect chromatique si elle agit après cette dernière région.

Mais si les variations de la sensibilité élective du récepteur pour certaines longueurs d'onde, suivant les conditions d'excitation, et la durée propre du phénomène physiologique ne permettent pas de déduire, de l'action d'une même région spectrale, à deux moments différents, un même aspect de l'image, ou de l'action des régions spectrales différentes, un aspect différent, il est également impossible d'expliquer la spécificité de l'image par la nature seule des récepteurs différenciés.

La différenciation des récepteurs et leur sensibilité élective pour telles longueurs d'onde des radiations lumineuses permet seulement à ces radiations — sans action sur le conducteur indifférencié qu'est le nerf optique — de produire une modification physiologique variable, entre autres facteurs, avec leur longueur d'onde, modification perceptible sous un aspect spécifique différent quand les modifications du récepteur sont elles-mêmes différentes.

L'état fonctionnel de la rétine à un moment donné est

déterminé par la modalité comme par l'intensité de l'excitant à ce moment : c'est parce que la composition de la lumière est telle — solaire ou crépusculaire — que les régions rétiniennes — centrales ou périphériques — fonctionnent électivement dans ces conditions d'excitation. Et dans les mêmes conditions d'excitation — soit en vision solaire — c'est parce que telle région spectrale, différente de telle autre, agit, qu'un aspect différent de l'image est perçu : du moins, lorsque la persistance d'une action antérieure ne modifie la sensibilité du récepteur pour les radiations actuellement agissantes de telle sorte que leur action n'est pas ce qu'elle serait normalement et que l'aspect chromatique se trouve modifié et ne traduit plus, par une différence de l'aspect chromatique, la spécificité différente de l'excitant. Mais quand il y a modification de la sensibilité par la persistance d'une action antérieure, cette modification disparaît à mesure que l'action précédente disparaît elle-même, et la modalité de l'excitant actuel se manifeste par un aspect spécifique de l'image appréhendée. L'aspect faiblement chromatique, « bleuté », des sensations en vision crépusculaire, dû à la faible intensité des excitants et à la composition de la lumière crépusculaire qui détermine la sensibilité élective de la rétine pour les petites longueurs d'onde, dans ces conditions d'excitation, disparaît quand on augmente suffisamment l'intensité des excitants jusqu'à atteindre le seuil chromatique pour les différentes radiations. L'aspect chromatique de l'image, différent pour des régions spectrales différentes, n'est perceptible que pour une intensité suffisante des excitants et disparaît aux trop fortes intensités : il n'apparaît que dans certaines conditions d'excitation et se présente avec son maximum de saturation dans des conditions optima d'excitabilité du récepteur.

L'aspect spécifique de telle image dépend donc de l'action d'un excitant d'une certaine modalité — telle ou telle région spectrale — sur des récepteurs que leur différenciation rend sensibles électivement à certaines longueurs d'onde de l'ex-

citant vibratoire (1). Mais du fait de la durée et de la vitesse du phénomène physiologique qui ne correspondent pas à la brièveté et à la fréquence de l'excitant vibratoire, mais caractérisent le récepteur, un aspect spécifique différent de l'image ne traduit pas nécessairement une différence de modalité des stimulants. Outre, en effet, qu'un aspect spécifique différent n'est perceptible que lorsque l'action d'un excitant d'une longueur d'onde différente est suffisante et suffisamment différente — sinon cette action passe inaperçue en tant que différente — il y a, dans notre appréhension des images que nous jugeons juste différentes les unes des autres, une discontinuité et une variabilité qui relèvent non seulement de la nature du récepteur mais de la nature de l'esprit (2) et de la façon dont il appréhende l'action du réel suivant qu'il s'attend plus ou moins à cette action. Les seuils différentiels varient chez un même sujet, dans les mêmes conditions d'excitation, suivant qu'il fait plus ou moins attention à l'aspect de l'image et par suite qu'il en apprécie plus ou moins exactement le changement par rapport à l'aspect précédemment perçu.

S'il est vain de vouloir déduire l'aspect différent de l'image de la différence de modalité des stimulants, sans tenir compte du récepteur, ou de la nature des récepteurs en négligeant la modalité différente des stimulants — ce qui serait en fait confondre la nature des récepteurs avec les aspects que revêt pour nous leur modification, dans des conditions différentes d'excitabilité — il est également vain de vouloir déduire de la modification physiologique produite par une

(1) Aux radiations de longueurs d'onde comprises entre 397 et 760 μ environ.

(2) Le temps nécessaire à nos appréhensions successives n'est pas comparable à la durée infiniment petite — exprimable en trillionièmes de seconde — d'une vibration de l'éther. Mais, grâce au récepteur et à sa vitesse de réaction infiniment plus lente, nos appréhensions n'ont pas besoin d'avoir la rapidité ni la fréquence des phénomènes vibratoires qui conditionnent le phénomène physiologique dans le récepteur.

zone déterminée du spectre sur une région rétinienne définie, l'appréhension effective, sous un certain aspect, de cette modification et cet aspect lui-même sous lequel nous en prenons conscience. Si la prospection mentale vers l'excitant qui affecte actuellement notre rétine fait défaut, en même temps que l'appréhension, disparaît l'aspect sous lequel nous prenons connaissance de l'action du réel sur nous. L'appréhension qui est la prise de connaissance, en réalisant son objet — l'image — comme « existant » pour l'esprit, réalise la forme sous laquelle l'action du réel nous apparaît, simple vue de l'esprit, aspect qui n'a de réalité que pour le sujet qui l'appréhende, d'une nature radicalement différente du phénomène physiologique produit par l'excitant et cependant si étroitement conditionné par lui que, cette modification absente, il n'y a pas d'image, et qu'une modification différente se traduit, à notre connaissance, par un aspect différent de l'image.

L'impossibilité d'une déduction nécessaire, quantitative ou qualitative, de l'image, à partir de ses conditions physico-physiologiques, soit en tant qu'objet de connaissance, soit en tant que « tel » objet, nous amène, comme l'égale objectivité des conditions psychiques et non psychiques de l'image, à constater le caractère relatif de la connaissance que nous prenons du réel dans la perception et à mesurer l'écart entre la réalité et la forme sous laquelle nous la connaissons. Pour qu'il y ait perception, conscience d'une image, il faut deux ordres de réalités en rapport, irréductibles l'une à l'autre : ce qui prend connaissance et ce dont l'action sur notre organisme est connue sous un certain aspect, qu'est l'image. La matière n'est pas faite avec des images : car l'image suppose déjà la matière et son action sur l'organisme. Et l'esprit qui appréhende cette action et réalise ainsi l'image qui est la façon dont il « voit » cette action, n'est pas fait avec la matière : Mais il est « ce » qui pense la matière et « ce » dont on ne peut concevoir la genèse : car pour penser cette genèse, il faut déjà l'esprit.

Si les réalités en rapport dans la perception étaient de même nature, ce rapport se manifesterait comme entre les parties élémentaires de la matière ou entre les diverses individualités psychiques par des actions réciproques caractéristiques de la matière ou de l'esprit — des mouvements ou des compréhensions — non par une appréhension qui est bien un acte spécifique de la nature de l'esprit — en tant qu'il prend connaissance — mais un acte par lequel il connaît, non des idées ou des rapports entre idées, mais des aspects dont il se borne à constater les variations, dont la possibilité ne dépend pas de lui, mais seulement la réalisation, certaines conditions extérieures à lui — qui rendent ces aspects possibles — étant données. Ces aspects sous lesquels il connaît l'action du réel en rapport avec lui, par cela même qu'ils sont des objets de connaissance, qui n'existent que « pour » et « par » cette connaissance, sont des réalités mentales qu'il fait siennes, qu'il revoit et se rappelle dans le rêve et la rêverie, qu'il a à sa disposition comme une autre connaissance. Ce n'est pas de l'impression rétinienne, avec sa grandeur et l'orientation de ses parties respectives, que nous prenons connaissance, mais de l'aspect sous lequel elle nous apparaît à la distance où nous fixons et où se trouve l'excitant qui la conditionne. Sans la rétine et sans sa modification, il n'y a pas possibilité d'image. Sans l'activité mentale prospective de veille, il n'y a pas d'appréhension, pas de réalisation de l'image que l'impression rétinienne rend seulement possible.

De même qu'une idée, un désir, un élément psychique quelconque peut agir sur un organe, et déterminer un mouvement ou une sécrétion, c'est-à-dire une réaction de cet organe, de même l'action du réel sur nous, quand nous nous y attendons, donne lieu à un acte spécifique de l'esprit, à une prise de connaissance de cette action, sous un aspect variable avec l'action du réel elle-même, suivant la modalité de l'excitant et la sensibilité plus ou moins grande du récepteur vis-à-vis de cet excitant.

La réaction spécifique de l'esprit, dans son rapport avec le réel agissant sur l'organisme, est de prendre connaissance de cette action sous l'aspect qu'est l'image d'abord, et comme condition d'une réaction adaptée au réel, d'une réussite de plus en plus grande dans nos tentatives pour l'utiliser et pour l'asservir. Même quand cette action du réel nous affecte agréablement ou désagréablement et n'est pas connue d'une façon représentative, elle n'est cependant agréable ou douloureuse pour nous que parce qu'elle est « connue » de nous en tant que telle.

Il n'y a perception visuelle, c'est-à-dire appréhension d'images à une certaine distance que parce que nous sommes en rapport avec une réalité irréductible aux aspects sous lesquels nous en prenons ainsi connaissance. Et, par cela même que les images sont les aspects sous lesquels nous connaissons l'action du réel, non cette action elle-même — qui est, dans le cas de la vision, l'impression rétinienne — elles n'ont pas l'objectivité du réel qui affecte l'organisme et de l'action du réel sur nos organes, ni celle de l'esprit qui connaît cette action en termes d'images, mais elles n'ont de réalité que « par » et « pour » notre connaissance et n'existent pas en dehors d'elle.

Vu, le 10 février 1926.

*Le Doyen de la Faculté des Lettres
de l'Université de Paris,*

Ferd. BRUNOT.

Vu et permis d'imprimer.

Le Recteur de l'Académie de Paris,

P. LAPIE.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ELLIOT ADAMS et Percy COBB : « The effect on foveal vision of bright and dark surroundings. » *J. of Experimental Psycho.*, 1922, V, 1.
- BLONDEL et REY : « Sur la perception des lumières brèves. » *J. de Physique*, 1911, I.
- BOURGUIGNON : *La chronaxie chez l'homme*, thèse, 1923.
- BOURGUIGNON et M^{lle} R. DÉJEAN : « La double chronaxie du système optique chez l'homme. » C. R. des séances de l'Académie des Sciences, 12 janvier 1925.
- BOURGUIGNON et R. DÉJEAN : « Phosphène local et phosphène à distance. » *Soc. de Bio.*, 20 mars 1926.
« Variations pathologiques de la chronaxie neuro-rétinienne. » C. R. Ac. des Sciences, séance du 12 avril 1926.
- BROCA et SULZER : « La fonction lumineuse en fonction du temps. » *J. de Physio.*, 1902, IV.
« Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. » C. R. des séances de l'Académie des Sciences, 1903, t. 137.
- GRAHAM BROWN : « Reflex orientation and the influence upon it of the cerebral cortex. » *Arch. néer. de Physio.*, 1922, VII.
- BORDLEY and CRISHING : « Alterations in the color-fields in cases of brain tumor. » *Arch. of Opht.*, 1909, 38.
- RAMON CAJAL : *Histologie du système nerveux* (traduction Azoulay).
- CHAFFEE, BOVIE and HAMPSON : « Electrical response of the retina under stimulation by light. » *J. of Opt. Society of America*, janvier 1923, VII, 1.
- CHAFFEE and Alice HAMPSON : « Effects of varying the wave length of the stimulating light upon the electrical response of the retina », 1924, IX, n° 1.
- CHARPENTIER : « Impressions visuelles », dans *Traité de Physique biologique*, par d'ARSONVAL, etc...
- Janet CLARK : « A photo-electric theory of color vision. » *J. of Opt. Society of A.*, 1922, VI, 8.

MAC DOUGALL : « The variation of the intensity of visual sensation with the duration of the stimulus. » *British J. of Psycho.*, juin 1904.

Knight DUNLAP : « Le plus court intervalle de temps entre deux éclairs lumineux. » *Psycho. Revue*, XXII, 1915.

FERREE and G RAND : « Flicker photometry. » *Psycho. Revue*, 1915, XXII, 2.

« Absolute limits of Color sensitivity and the influence of intensity of light on the apparent limits. » *Psycho. Rev.*, XXVII, 1, 1920.

« The limits of Color sensitivity : effect of brightness of preexposure and surrounding fields. » *Psycho. Rev.*, 1920, 27, 5.

« Quelques zones de cécité chromatique d'un type rare. » *J. of Exp. Psycho.*, 1917, 4.

« Seuils chromatiques du centre à la périphérie et leur signification pour la théorie des couleurs. » *Psycho. Rev.*, 1919, vol. 26, n^{os} 1, 2.

« The effects of the variation of intensity of the illumination of the perimeter arm on the determination of the color field. » *Psycho. Rev.*, 1922, XXIX, n^o 6.

« The selectivness of the achromatic response of the eye to the wave length. » *Psycho. Rev. Mono.*, 1917, 32, 5.

FERREE : « Study of the ocular fonction with special reference to the lookout and signal service of the navy. » *J. of Exp. Psy.*, 1920, 3, 5.

« Controverse avec Troland. » *Psycho. Bul.*, 1920, 17, 4.

FLUGEL and Mac DOUGALL : « Further recherches of the variation of intensity of sensation with the duration of the stimulus. » *British J. of Psycho.*, 1909, III.

FLUGEL : « A minor study of nyctopsis. » *British J. of Psycho.*, 1921, XI, 3.

FROELICH : « Untersuchungen ueber periodische Nachbilder. » « Zur Analyse des Licht und Farbenkontrastes. » *Zeitschrift für Sin. Physio.*, 1921, 52, 1, 2.

« Ueber den Einfluss der Hell und Dunkel-adaptation, auf den Verlauf der periodische Nachbilder. » *Zeits. für Sin.*, 1921, 53, 1.

« Ueber die Abhängigkeit der periodischen Nachbilder von der Dauer der Belichtung. » *Zeits. für Sin.*, 1921, 53, 2.

GRIJNS : « Influence de la lumière colorée sur les images consécutives négatives. » *Arch. néer. de Physio.*, 1922, VII.

GRIJNS et NOYONS : « Ueber die absolute Empfindlichkeit des Auges für Licht. » *Arch. für Physio.*, 1905.

- GUTTMANN : « Die lokalisation des Farbenkontrastes beim anormalen Trichromaten. Ueber abweichungen im zeitlichen Ablauf der Nachbilder bei verschiedenen Typen des Farbensinns. » *Zeits. für Sin.*, 1920, 51.
- HEAD : Proceeding of the royal Soc. of Medecine, 1918, XI, Section of Neurology.
- Selig HECHT : « The nature of the foveal dark adaptation. » *J. of general Physio.*, 1921, IV, II.
- HECHT : « Photo-chemistry of visual purple. » *J. of general Physio.*, 1924, VI, 6.
- HECHT and Robert WILLIAMS : « The visibility of monochromatic radiation and the absorpsion spectrum of visual purple. » *J. of general Physio.*, 1922, V, I.
- HELMOLTZ : « Optique physiologique. »
- Von HESS : « Zwischenstufen zwischen partieller und totaler Farbenblindheit. » *Arch. néer. de Physio.*, 1922, VII.
- Gordon HOLMÈS : « Disturbances of vision by cerebral lesions. » *British J. of Opht.*, 1918, II, n° 7.
« Disturbances of visual orientation. » *British J. of Opht.*, 1918, II, 9 et 10.
- IVES : « Critical frequency relation in scotopic vision. » *J. of Opt. Society of America*, 1922, VI, 3.
- Andor JUHASZ : « Ueber die Komplementar Gefarbten Nachbilder. » *Zeits. für Sin.*, 1920, 51, 6.
- Wynn JONES : « A method a measuring nyctopsis. » *Brit. J. of Psycho.*, 1921, XI, n° 3.
- Oswald KROH : « Die Weissemppfindung des Stäbchenauges. » *Zeits. für Sin.*, 1922, 53, 5.
« Ueber einen Fall von anomaler Fonktionsweise des Stabchenapparats. » *Zeits. für Sin.*, 1922, 53, 5.
- N. KLEITMAN et H. PIÉRON : « Etude de la phase d'établissement de la sensation lumineuse par excitation élective des cônes et des bâtonnets. » *C. R. des séances de la Soc. de Bio.*, 12 et 14 juillet 1924.
- L. LAPICQUE : « Principe pour une théorie du fonctionnement nerveux élémentaire. » *Revue gén. des Sciences*, 15 février 1910.
« Hétérochronisme défini et loi pour le système nerveux central. » *Soc. de Bio.*, juin 1912.
« Inefficacité physiologique des courants progressifs. » *Rev. gén. des Sciences*, juillet 1913.
« Formule de l'excitation électrique en fonction du temps. » *C. R. des séances de l'Ac. des Sciences*, séance du 27 oct. 1924.
- M^{me} LAPICQUE : « Action des centres encéphaliques sur la chronaxie des nerfs moteurs. » *Soc. de Bio.*, 13 j. 1923.

LAZAREFF : « Sur la vitesse de réaction photo-chimique sous l'influence d'une lumière dont l'intensité est périodique. » *C. R.*, 177, 1923.

« Sur la cause physico-chimique de l'absence de fatigue dans les centres nerveux au cours de leur action. Sur la loi générale de l'excitation. » *C. R.*, 178, 1924, 13 et 17.

« Ueber die Empfindung der lichtintensität beim peripheren Sehen. Ueber das Nichtermüden den Augenzentren beim Dunkelsehen. » *Pflüger's Archiv.*, CXCIX, CC.

LANDOLT : « Troubles de vision nocturne chez les soldats. » *Arch. d'Ophth.*, XXXV, 1917.

MARIE et CHATELIN : « Troubles visuels dus aux lésions des voies optiques intra-cérébrales et de la sphère visuelle corticale. » *Revue Neuro.*, 1916, XXIII.

MORAX : « L'hémianopsie par contusion du crâne. » *Annales d'Oculistique*, 1918, CLVIII.

« Discussion des hypothèses sur les connexions corticales des faisceaux maculaires. » *Ann. d'Oc.*, 1919, CLVI.

MORAX, MOREAU et CASTELAIN : « Les différents types d'altération de la vision maculaire. » *Ann. d'Oc.*, 1919, CLVI.

MONTBRUN : « Les hemianopsies en quadrant et le centre cortical de la vision. » *Presse méd.*, oct. 1917.

MARX et FLIERINGA : « Détermination des plus petites différences de saturation et de clarté des couleurs chez les trichromates et les daltonistes. » *Arch. néer. de Physio.*, VI, 3, 1922.

MINKOWSKI : « Sur les conditions anatomiques de la vision binoculaire dans les voies optiques centrales. » *Encephale*, 1922, 2, 17.

MUELLER : « Zur Theorie der Stabchenapparats und der Zapfenblindheit. » *Zeit. für Sinnes Physio.*, 54, 1, 2-3, 1922.

PARSONS : « Introduction to the color vision. »

H. PIÉRON : « Etude physiologique de la lumière. » *R. gén. des Sciences*, 15 et 30 octobre 1920.

« Temps de latence sensorielle et loi qui relie ce temps à l'intensité de l'excitation. » *Année Psycho.*, XXII^e année.

« Sur la signification physiologique des lois psycho-physiques. » *J. de Psycho.*, 1922, 19.

« Variation de l'énergie liminaire en fonction du temps. » *C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1^{er} mars 1920, t. 170, et 17 mai 1920.

« Variation de l'énergie liminaire en fonction de la surface en vision périphérique (cônes et bâtonnets). » *Soc. Bio.* 29 mai 1920.

« Variation de l'énergie liminaire en fonction de la surface (vision fovéale). » 17 juillet 1920.

« Le mécanisme des couleurs subjectives de Fechner-Benham. » *J. de Psycho.*, janvier 1923, et année *Psycho.*, 23^e.

« L'influence de l'intensité lumineuse sur la persistance rétinienne apparente. » *Arch. néer. de Physio.*, 1922, 7.

« Du retard réductible de franchissement des synapses dans la propagation de l'excitation lumineuse de la rétine à l'écorce cérébrale. » *C. R.*, 176, 1923.

« Du retard de l'excitation nerveuse par les produits de la réaction photo-chimique rétinienne. » *Soc. de Bio.*, LXXXVIII, 1923.

POLACK : « Inversion du phénomène de Purkinje dans l'héméralopie congénitale. » *C. R. de l'Académie des Sciences*, 166, 1918.

Irwin PRIEST : « The spectral distribution of energy required to evoke the gray sensation. » *Scientific papers of the bureau of standards*, 1921, n° 417.

« Relation between the quality of color and the spectral distribution of light in the stimulus. » *J. of the Opt. Soc. of A.* 1920, IV, 5.

Prentice REEVES : « The effect of exposure time and size of stimulus on retinal threshold. » *Astro-physical J.*, 1918, 47.

« Physical measurement and specification of color. » *Psycho. Rev.*, 1920, XXVII, 6.

RIDDOCH : « Dissociation of visual perception due to occipital injuries. » *Brain*, 1917, XL.

SHEARD and PEEK : « On the electrical response of the eye to stimulation by light of various wave length. » *Am. J. of Physio.*, 1919, 48.

Margaret SHIELDS : « The visibility fonction and visibility threshold for color defectives. » *J. of the Opt. Soc.*, 1922, VI, 4.

SHEPPARD : « Foveal adaptation to Color. » *Am. J. of Psycho.*, XXXI, 1, 1920.

SCHJELDERUP : « Ueber eine vom Simultankontrast verschiedene Wechselwirkung der Sehfeldstellen. » *Zeits. für Sin.*, 1920, 51, 3 et 5.

SHERRINGTON : « Integrative action of the nervous system. »

Leonard THOMPSON TROLAND : « Brilliance and chroma in relation to Zone theories of vision. » *J. of the Opt. Soc.*, 1922, VI, 1.

« The color produced by equilibrium photopic adaptation. » *J. of Exp. Psycho.*, 1921, IV, 5.

TSCHERNING : « La théorie de Young sur la vision des couleurs. » *Arch. néer. de Physio.*, 1922, VII.

« Verres photométriques — l'adaptation de l'œil. » *B. Biol.*, 1922, LXXXVI

James TAYLOR : « The use of retinal rivalry for the measurement of color fatigue. » *Brit. Assoc. for Adv. of Sc., Congrès d'Edimbourg*, 1921. *In Psycho*, 1921, IV, 2.

Mabel Clare WILLIAMS : *Psycho. Monogr.*, 1918, t. 25, 2.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	1
INTRODUCTION.....	5

PREMIÈRE PARTIE

L'image visuelle et l'appréhension.

CHAPITRE	I. — L'image et l'activité psychique dans la vision.....	7
—	II. — L'image et l'activité mentale « prospective » déterminée.....	16
—	III. — Les conditions physico-physiologiques de l'image et l'appréhension de l'image...	24

DEUXIÈME PARTIE

L'image visuelle et l'excitant.

CHAPITRE	I. — L'image et la « quantité » de l'excitant...	35
—	II. — L'image et la « modalité » de l'excitant...	48
—	III. — L'image et la distribution de l'excitant..	67

TROISIÈME PARTIE

L'image visuelle et les récepteurs.

CHAPITRE	I. — L'image et l'hétérogénéité des récepteurs:	77
—	II. — L'image et l'état local des récepteurs....	88
—	III. — L'aspect spécifique de l'image et les récepteurs.....	100

QUATRIÈME PARTIE

L'image visuelle et les arcs nerveux rétino-moteurs.

CHAPITRE	I. — L'intégrité des conducteurs et la sensibilité des récepteurs.....	113
—	II. — L'intégrité des conducteurs et la possibilité de la coordination oculaire adéquate.....	130
—	III. — La réalisation de la coordination oculaire adéquate et la prospection mentale de veille.....	136

CONCLUSIONS

Dualisme radical des réalités en rapport dans la perception visuelle et relativité de notre connaissance dans la perception.....	146
--	-----

